

Consejería de Salud

INFORME INICIAL SOBRE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ÁMBITO DE SALUD



JUNTA DE ANDALUCÍA

INFORME INICIAL SOBRE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ÁMBITO DE SALUD

INTRODUCCIÓN

Clima y salud.-

¿De qué hablamos cuando hablamos de clima? ¿Sabemos diferenciar entre clima y tiempo atmosférico? ¿Qué es el cambio climático y cómo nos puede afectar? ¿Cuales son las interacciones existentes entre clima y salud? ¿Es posible planificar a corto o medio plazo actuaciones dirigidas a mejorar la salud de la población frente a los efectos del clima del futuro? Todas estas son las primeras preguntas que nos podemos hacer cuando se afronta la realización de un plan de adaptación como el presente y, por ello, deben ser respondidas en mayor o menor medida en este documento.

En todo caso, podamos responder de forma satisfactoria o no a dichas preguntas, el objetivo de este documento será esbozar la posible adaptación de los servicios sanitarios andaluces frente al cambio climático. Este ambicioso objetivo requiere un análisis concienzudo de nuestros conocimientos sobre climatología y salud, y por ello este documento debe iniciarse hablando del clima y de las relaciones existentes entre climatología y salud como anticipo de las demás cuestiones planteadas.

Se denomina tiempo atmosférico al estado continuamente cambiante de la atmósfera (de sus capas inferiores en particular) considerado en general según una escala cronológica de corta duración que puede ir de minutos a semanas. Por el contrario, el clima es el estado medio de dichas capas y las características conexas de la tierra o el agua subyacentes, en una región concreta y generalmente durante un mínimo de varios años.

El clima de la tierra está determinado por complejas interacciones entre el sol, los océanos, la atmósfera, la criosfera, las tierras emergidas y la biosfera. También tienen una influencia considerable en la determinación del clima de un territorio sus especiales condiciones orográficas y la posición relativa del mismo respecto a las masas continentales y marítimas de la región considerada. También se puede hablar de un clima a nivel global o planetario, en el que el sol es la principal fuerza motriz del mismo.

El efecto del sol como fuente de energía básica en el sistema climático es doble. Además de proporcionar la mayor parte de la energía que sustenta el sistema, supone también la causa principal de las diferencias espaciales observadas en el mismo: el calentamiento desigual de la superficie terrestre (mayor cuanto más cerca del ecuador por el ángulo de incidencia de los rayos solares) genera grandes corrientes de convección en la atmósfera y en los océanos, y es por tanto una de las principales causas de los vientos y corrientes marinas. Igualmente contribuye a la distribución de la humedad al ser la fuente inductora del ciclo del agua, evaporando y condensando alternativamente pequeñas o grandes masas de agua en diferentes puntos del planeta.

Vemos así que el sistema climático es parte integrante de los complejos procesos que mantienen la vida. La presencia de agua, calor y toda una serie de productos biológicos y minerales que son arrastrados por el aire y el océano son necesarios para el

correcto funcionamiento de los ecosistemas. Pero no son solo los sistemas naturales los que dependen de la climatología, las sociedades humanas solo puede entenderse en el contexto del clima en que viven y su salud se ve afectada tanto por el tiempo atmosférico como por el clima.

La relación entre clima y salud es sencilla de entender. La salud individual puede parecer relacionada con un comportamiento prudente, una herencia genética y una exposición a factores ambientales locales, así como el acceso a la atención sanitaria. No obstante, este planteamiento tan simple está soslayando en realidad la base en la que descansa la propia existencia humana o animal: la satisfacción continuada de las necesidades vitales de la especie. Esta satisfacción precisa del suministro regular de alimentos y agua, de la no existencia de un exceso de productos tóxicos en el entorno y de la seguridad física y el confort que solo puede ofrecer un clima estable. El clima se convierte así en un elemento fundamental para el mantenimiento de la vida y del bienestar, en definitiva de la salud.

Para poner de manifiesto las muy diversas interrelaciones existentes entre el clima y la salud que se desarrollarán con mayor profusión en apartados posteriores nos basta con señalar a grandes rasgos algunos de los posibles mecanismos por los que se produce esta relación. En primer lugar, hay relaciones directas como puede ser los daños producidos por fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, inundaciones, sequías) o por la elevación o bajada de temperaturas fuera de unos límites de confort en los que puede sobrevivir el ser humano de forma comfortable.

Pero las relaciones no acaban aquí; existen relaciones indirectas como las que se producen como resultado de la alteración de las condiciones del entorno o del medio en que vivimos. Como ejemplos, se pueden mencionar las afecciones al bienestar que pueden resultar de que se vean afectados los sistemas de producción o transporte de alimentos, la distribución espacial de especies nocivas como vectores de enfermedad, las condiciones de calidad del aire o del agua, etc.

Variabilidad del clima.-

Frente a la extrema variabilidad del tiempo atmosférico que sufre importantes modificaciones en función de la hora, de día a día y especialmente de forma estacional, el concepto de clima persigue introducir una estabilidad que permita su estudio. Esta es la razón por la que el clima se define para periodos de tiempo de varias décadas. De esta forma, se puede conseguir una cierta homogeneidad en las medias de los datos agregados. Aunque la estabilidad del clima es muy superior a la del tiempo, incluso el clima puede llegar a modificarse; se han encontrado pruebas de estas variaciones a lo largo de la historia.

De acuerdo con el conocimiento actual, se han producido en el pasado modificaciones importantes del clima y estas modificaciones se habían producido como consecuencia de fenómenos que parecen precisar largos periodos de tiempo. No se conocen con exactitud los motivos de estas variaciones pero se especula con una combinación de causas que incluye el efecto de la deriva continental, el oscurecimiento radiativo motivado por el volcanismo o por impactos de asteroides en el planeta e incluso a los ciclos de actividad solar. Estos cambios son detectables en los depósitos de

sedimentos a lo largo del planeta o a través del estudio de las capas de hielo apelmazadas sobre la Antártida o Groenlandia. Incluso en tiempos recientes pueden rastrearse variaciones de menor amplitud en los registros históricos o mirando el crecimiento de los anillos de los ejemplares más ancianos de árboles.

No obstante, en las últimas décadas se ha venido observando un cambio muy rápido y muy intenso en el clima para el que existe consenso científico de que puede atribuirse en gran medida a la acción antropogénica a través de la alteración de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Esto provoca un incremento en la energía solar que recibe el sistema climático y, como ya vimos, este incremento desencadena toda una serie de modificaciones en las principales variables que afectan al clima.

La observación de los cambios provocó una reacción internacional decidida a estudiar el fenómeno e intentar alcanzar un consenso sobre su alcance, origen y posibles consecuencias para el futuro. Sus conclusiones han respaldado la realidad del cambio global y la probable intervención humana en las causas. De acuerdo con el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en adelante), “Hay nuevas y contundentes pruebas científicas de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos cincuenta años es atribuible a las actividades humanas”.

Durante el siglo XX, la temperatura media de la superficie terrestre aumentó 0’6 ° C aproximadamente y unas dos terceras partes de este calentamiento se ha producido desde el año 1975. Los climatólogos prevén que el calentamiento proseguirá a lo largo del siglo XXI (lo haría incluso si cesaran las causas que lo han provocado por efecto de la inercia de los sistemas meteorológicos, siendo esta una opción que no se contempla en ninguna previsión) y que se consolidarán algunos cambios ya detectados en la pluviosidad regional y la variabilidad de los fenómenos extremos. Sus previsiones se basan en modelos del clima mundial aplicados a escenarios futuros basados en predicciones sobre cambios demográficos, económicos y tecnológicos, así como nuevas formas de gobernanza.

El cambio del clima mundial va a afectar (incluso se puede decir ya que está afectando) al funcionamiento de muchos ecosistemas y de las especies que los integran. Tendrá también efectos sobre la salud humana, algunos de los cuales serán beneficiosos: por ejemplo, inviernos más suaves reducen el pico invernal de mortalidad en los países templados mientras que en países tropicales unas temperaturas más altas pueden reducir la viabilidad de las poblaciones de mosquitos que transmiten enfermedades. Sin embargo, en general, los científicos consideran que la mayoría de las repercusiones del cambio climático en la salud serían adversas.

El IPCC llegó a la conclusión, de hecho, con un alto grado de confianza, de que el cambio climático va a incrementar la mortalidad y morbilidad asociadas al calor, aumentaría la frecuencia de epidemias después de inundaciones y tormentas, y tendría efectos considerables sobre la salud tras los desplazamientos de poblaciones por la subida del nivel del mar y la mayor actividad tormentosa.

No obstante, conviene señalar que el cambio climático es solo una de las manifestaciones de una serie de fenómenos de gran alcance conocidos como cambio global y cuyo origen se encuentra también en el desarrollo económico a gran escala de

la especie humana y su capacidad de alterar el medio a escala planetaria. Las primeras manifestaciones de este cambio global consisten en la alteración a gran escala de los sistemas biofísicos y ecológicos del planeta, la reducción de la capa de ozono estratosférica, la reducción acelerada de la biodiversidad, el agotamiento de las reservas de agua dulce y la diseminación mundial de contaminantes orgánicos persistentes.

Todos estos fenómenos presentan un elevado potencial de afectar a la calidad de vida y a la salud de la población a nivel mundial y por ello han generado una atención inmediata de la comunidad científica que ha tratado de promover diversas acciones globales para luchar contra estos efectos negativos. Seguidamente veremos algunas de estas actuaciones.

Actuaciones a nivel internacional.-

La creciente confianza existente en la comunidad científica sobre la certeza de la responsabilidad humana en el cambio climático hizo que la comunidad internacional adoptase en 1992, en el seno de las Naciones Unidas (ONU), la Convención Marco sobre el Cambio Climático, en la que se recoge que la variabilidad climática de la Tierra y sus efectos adversos constituyen una preocupación global de la Humanidad.

Entre los compromisos de este acuerdo internacional se encuentra la reducción al mínimo de los efectos adversos del cambio climático sobre la salud, además de sobre la economía y la calidad del medio ambiente. Y es en el contexto de salud donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recogido el testigo al tratarse del organismo especializado de la ONU en cuestiones de salud. Este organismo ha creado el Programa sobre Salud y Cambio Climático que tiene como objetivo la evaluación de la incidencia de dicho cambio climático sobre la salud a nivel global.

También se ha elaborado un programa destinado a apoyar a los estados miembros en la evaluación y toma de decisiones al respecto, que se denomina Plan Estratégico a Medio Plazo (2008-2013). Este plan pretende ayudar a los países a analizar la vulnerabilidad y los riesgos asociados al cambio climático de forma que se evalúe la carga de morbilidad que puede atribuirse a este tipo de circunstancias y se habiliten las correspondientes medidas de protección y/o prevención.

La Unión Europea no ha presentado hasta la fecha un programa específico de actuaciones en materia de salud y cambio climático, si bien ha reforzado las actuaciones genéricas en materia de atención conjunta a la salud y el medio ambiente y es líder a nivel internacional en la lucha contra el cambio climático. Desde la Estrategia Europea de Medio Ambiente y Salud del año 2003 se ha profundizado en la gobernanza conjunta de estos sectores, lo que ha desembocado en el Libro Blanco “Juntos por la Salud: un planteamiento estratégico para la Unión Europea (2008-2013)”

El Libro Blanco se inspira en cuatro principios básicos que deben animar todas las políticas sanitarias de los estados miembros y que son:

- La apuesta por una estrategia basada en la universalidad, la equidad y la calidad.
- La consideración de que la salud debe constituir el principal indicador para medir el bienestar humano.
- La necesidad de que la salud impregne todas las políticas sectoriales europeas.

- El liderazgo internacional de la UE en defensa de la salud humana como derecho inalienable de las personas.

Actuaciones a nivel autonómico.-

El Gobierno andaluz ha sido la primera administración en España que elaboró un documento de directrices centrado en la lucha contra el cambio climático. Este documento, aprobado por acuerdo de Consejo de Gobierno, se denominó Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático (septiembre 2002). Paralelamente se creó un grupo de expertos multidisciplinar para que asesorase al gobierno andaluz en la toma de decisiones en este ámbito.

Entre los objetivos básicos de la estrategia andaluza se encuentran los de incrementar el conocimiento sobre la variabilidad climática de nuestra región, la adaptación de la normativa autonómica a la legislación europea y española, la coordinación interadministrativa como herramienta fundamental para la consecución de los objetivos propuestos y el análisis de la repercusión del cambio climático en los distintos sectores económicos de la región. Como primer paso para dar cumplimiento a estos objetivos se desarrolló la estrategia de mitigación del cambio climático que incluía el establecimiento de medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía.

El seguimiento de las diversas actuaciones de la estrategia ha permitido la implementación y el desarrollo de diversas políticas de corte estratégico que han culminado en el año 2007 con la aprobación por parte del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía del Plan de Acción por el Clima (2007-2012). Este plan de acción establece tres programas de trabajo: Mitigación (que da continuidad al adoptado en 2002), Adaptación (dirigido a planificar actuaciones que mitiguen los efectos del cambio climático) y Comunicación y Participación (cuya aprobación se prevé para finales de 2011).

El **Programa de Mitigación** supone la respuesta concreta y adicional del Gobierno Andaluz a la urgente necesidad de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero, de forma mas acelerada, al tiempo que se amplía la capacidad de sumidero de estos gases en el territorio andaluz. El documento se ha aprobado como Acuerdo del Consejo de Gobierno de 5 de junio de 2007 y presenta los siguientes objetivos y estructura.

Los objetivos son:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de Andalucía alcanzando, en términos de emisiones de GEI per cápita, una reducción del 19 % de las emisiones de 2012 respecto de las de 2004.
- Duplicar el esfuerzo de reducción de emisiones de GEI en Andalucía respecto de las medidas actuales lo que supondrá la reducción de 4 millones de toneladas adicionales de emisiones respecto de las medidas actuales.
- Incrementar la capacidad de sumidero de Andalucía para ayudar a mitigar el cambio climático.
- Desarrollar herramientas de análisis, conocimiento y Gobernanza para actuar frente al cambio climático desde el punto de vista de la mitigación

Finalmente, el documento se estructura según los siguientes bloques:

- Introducción y presentación del Programa de Mitigación del Plan Andaluz por el Clima 2007-2012: en esta primera parte se analiza el contexto internacional en lo referente a las evidencias del Cambio Climático y se contextualizan las políticas de lucha contra el cambio climático en el ámbito nacional. También se presentan los objetivos y metodología de trabajo seguida para la elaboración del Programa.
- Inventario de Emisiones y Escenarios: se ha realizado un diagnóstico y prospectiva en relación con las emisiones GEI en Andalucía elaborado a partir de la información presentada en el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España del Ministerio de Medio Ambiente.
- Medidas del Plan de Acción: este bloque se organiza en 12 áreas de actuación que recogen un total de 48 objetivos y 140 medidas de mitigación frente al cambio climático que el Gobierno Andaluz llevará a cabo en el horizonte 2007-2012.
- Indicadores de Seguimiento: en este último bloque se presenta un sistema de indicadores que permitirá valorar la ejecución y eficacia de las medidas propuestas en el PAAC.

El presente trabajo se enmarca dentro del Programa Andaluz de Adaptación, cuyos objetivos serán el análisis de la vulnerabilidad de los sistemas económicos, culturales y sociales andaluces, la evaluación de los posibles efectos que la variabilidad climática tendrá sobre ellos en el futuro y la identificación, planificación e implantación de medidas para hacer frente a dichos impactos.

La implementación del programa ha resultado en un sistema mediante el cual el mismo se subdivide en planes sectoriales para cada una de las Consejerías de la Junta de Andalucía y se construye a partir de una serie de hitos. El primero consiste en la realización de un documento inicial en el que se analice la situación de partida y la vulnerabilidad del sistema a la luz de los conocimientos actuales. Posteriormente se concretará en un plan de actuaciones a medio y largo plazo y se realizarán informes bienales de seguimiento de cumplimiento del plan y de los objetivos propuestos.

El plan de comunicación es el tercer aspecto de las actuaciones de la Junta de Andalucía para luchar contra el cambio climático. De momento no se ha aprobado ningún documento definitivo pero se dispone de unas directrices consensuadas con los actores sociales y los diversos ámbitos de la administración, en las que se especifican el tipo de mensajes a difundir, las vías de comunicación más eficaces y el tono general de la información a divulgar a la población identificando al público objetivo y las demandas que éste efectúa en materia de cambio climático y sus repercusiones sobre su entorno.

Contenidos del Informe Inicial.-

Este informe inicial realizado por los técnicos de la Consejería de Salud sigue las directrices señaladas desde la Oficina Andaluza de Cambio Climático en cuanto a contenidos y objetivos de adaptación, tal y como se prevé en la estrategia. No obstante, se señala que se ha decidido modificar parcialmente la estructura interna del mismo a fin de que se integre mejor en la dinámica de planificación que se sigue habitualmente

en esta Consejería. Seguidamente, se resumirán muy brevemente los contenidos como explicación del enfoque dado al informe inicial.

En primer lugar se realiza una introducción que marque las directrices de todo el documento. La misma tratará sobre los conceptos básicos del clima y de su variabilidad, describirá el estado actual de conocimiento sobre el cambio global y sus implicaciones, así como las actuaciones internacionales realizadas al respecto para finalizar enlazando con las actuaciones autonómicas y el compromiso de la administración de la Junta de Andalucía en la realización de este informe inicial sectorial.

Seguidamente se planteará el problema al que hay que hacer frente, en primer lugar describiendo los escenarios futuros de clima que se prevén y particularizando para los fenómenos atmosféricos más significativos por su posible impacto en el bienestar de la población. Como corolario, se realizará el análisis de los impactos concretos que sobre la salud de la población se pueden producir llegando a evaluar la vulnerabilidad del sistema sanitario a los mismos.

La vulnerabilidad se analizará en una triple dimensión. En primer lugar se estudiarán los impactos directos que la variabilidad del clima puede tener sobre la salud como por ejemplo los problemas causados por el aumento de temperatura durante periodos continuados de tiempo (olas de calor). Este estudio en concreto debería realizarse en profundidad identificando costes totales y de inacción y evaluando el nivel de seguridad o incertidumbre con que se realizan estas previsiones. No obstante, la premura de tiempo en la realización del informe no permitirá más que identificar los impactos y estimar de forma cualitativa su gravedad.

También se debería analizar la vulnerabilidad indirecta en términos de salud al cambio climático. Por vulnerabilidad indirecta se entiende la que resulta de los impactos que se producen en otros sectores y que acaban afectando a la salud. Por ejemplo, se producen impactos en el sistema de transportes o la agricultura que de forma indirecta afectarán a la salud de la ciudadanía. (disminución lluvias – modificación especies cosechadas localmente – aumento precios o disminución disponibilidad de ciertos productos – modificación hábitos alimenticios – impacto en salud).

Este tipo de impactos no se van a desarrollar finalmente pues dependerán de un análisis y una evaluación que realizarán las otras Consejerías cuyos técnicos son expertos en los temas, pero sí que se dejará constancia de la necesidad de realizar ese análisis en el futuro. Por último, se analizará el impacto que se puede producir en cuestiones que son gestionadas por esta Consejería pero que no suponen de por sí un impacto en la salud de la población sino la necesidad de modificar las actuaciones de control por parte de los trabajadores sanitarios, como por ejemplo las aguas de baño, cuya temporada de uso puede aumentar obligando a que se expanda el periodo en que se controla la calidad de dichas aguas por parte de los inspectores sanitarios.

Una vez evaluada por completo la situación, habrá llegado el momento de la toma de decisiones al respecto. Se planteará la realización de tres grandes líneas de actuación: unas líneas de acción inmediata para empezar a preparar al sistema sanitario andaluz para el cambio climático, una batería de medidas a largo plazo que surgirán a partir de las medidas correctoras desarrolladas en el apartado de vulnerabilidad y un plan de investigación que intente disminuir las incertidumbres detectadas en dicho análisis.

En un último apartado entrarán en consideración los protocolos de implementación de los tres niveles de medidas, el desarrollo presupuestario, la cronología en que se considera conveniente se desarrollen y las actuaciones de gobernanza necesarias. Finalmente se completará con una serie de conclusiones obtenidas en todo el proceso.

ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN ANDALUCÍA

Introducción.-

El objetivo de este apartado es la comparación entre las características climáticas andaluzas actuales y las futuras. Como periodo inicial de comparación se va a elegir aquel periodo anterior al desarrollo de las políticas ligadas a la mitigación y adaptación al cambio climático. Nos referimos, pues, a los datos de la serie histórica entre los años 1961 y 1990. Como periodo final de comparación se va a utilizar un futuro relativamente próximo (por lo menos, en lo que se refiere a periodos climatológicos) para el que puedan observarse ya algunas manifestaciones parciales del efecto del cambio climático. Esta situación se ha singularizado en el horizonte del año 2050 en atención a los estudios previamente realizados y a la necesidad de contar con una duración mínima de la serie climática de 30 años. [Moreira, 2008].

Mediante el uso de los sistemas de información geográfica se han elaborado mapas de precipitación anual y de temperatura media máxima y mínima anual para la serie climática de referencia (período 1961-1990). Para el clima del futuro no se pueden recabar datos reales, como es lógico, por lo que para el año horizonte de 2050 los datos se corresponden con modelizaciones o proyecciones de diversos escenarios de futuro. Analizando los resultados obtenidos en ambas recopilaciones de datos se pueden calcular las diferencias en las variables climatológicas que se consideran más relevantes, como son la temperatura y las precipitaciones. Para cada una de estas variables se intentarán obtener tantos datos como sean posibles (temperaturas máximas, medias y mínimas, precipitaciones totales, variabilidad y estacionalidad de las mismas, etc) a fin de completar nuestros conocimientos sobre el marco climatológico. Conviene decir, en todo caso, que estas variables no determinan por sí solas el estado del clima en nuestra región y que su evaluación deberá completarse con las proyecciones obtenidas para otras variables.

Para los datos reales del periodo 1961-1990 baste decir que se han recopilado los datos medidos en las estaciones de la red mantenida por el Instituto Nacional de Meteorología. Un mínimo de tratamiento estadístico nos suministra una información suficiente como para caracterizar el estado climatológico de la región en esas décadas. Más compleja es la obtención de los datos de futuro, para los que es preciso valerse de proyecciones del clima obtenidas a partir de los denominados Modelos de Circulación General (MCG's). Estos modelos se construyen mediante una simulación de los flujos de energía, masa y movimiento que se producirían (particularizados en una retícula tridimensional) en un medio simplificado cuyo comportamiento es similar al formado por la atmósfera, los océanos y las capas superiores de la litosfera y la criosfera. Como condiciones de contorno se eligen los valores iniciales reales de las variables a

considerar y el efecto del forzamiento radiativo o aportación de energía externa al sistema.

El cálculo del forzamiento radiativo es sin duda el más complejo de todos pues debe incorporar el efecto de los gases de efecto invernadero y este efecto depende entre otras variables de su concentración relativa (que es desconocida y según lo que se ha visto en las últimas décadas, muy susceptible de modificación). La relación existente entre concentraciones y forzamientos radiativos se intenta obtener a partir de cálculos y análisis complejos que incluyen simulaciones a partir de las concentraciones históricas de gases de efecto invernadero. El efecto atribuible a la concentración se intenta calcular en función de las proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero modelizadas, o sea, incluyendo los distintos escenarios de emisiones del IPCC.

Estos escenarios de emisiones han sido propuestos a nivel internacional y aprobados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Los escenarios presentan un elevado nivel de incertidumbres que se han intentado paliar realizando diversas asunciones relacionadas con la previsible evolución de las actividades humanas y del desarrollo económico. De todos los escenarios existentes, para el análisis realizado en Andalucía se ha optado por elegir dos, que se sitúan en los extremos de las posibilidades que, con mayor probabilidad, pueden afectarnos.

Éstos son:

Escenario A2: describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la auto-suficiencia a nivel de grandes regiones y la conservación de las identidades locales. La población mundial se mantiene en continuo crecimiento sin mostrar signos de debilitamiento. El crecimiento económico por habitante, así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en el resto de los escenarios posibles.

Escenario B2: contempla un mundo en el que predominan las soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y medioambiental. La población global sigue mostrando un aumento progresivo pero con un ritmo significativamente menor que en A2 y con trazas de alcanzar un equilibrio a medio plazo. Aunque en este escenario las decisiones estratégicas están orientadas a la protección del medio ambiente y a la reducción de las desigualdades sociales, estas decisiones se toman, principalmente, en los niveles local y regional.

Concretando las explicaciones anteriores, se señala que para los mapas asociados a la serie 1961-1990 se ha realizado una simplificación y se han interpolado los datos de precipitación anual y temperatura media máxima y mínima anual obtenidos de las bases de datos mantenidas por la Agencia Estatal de Meteorología, anterior Instituto Nacional de Meteorología (Brunet *et al.*, 2009, Ribalaygua *et al.*, 2008).

Para la elaboración de los mapas del año horizonte 2050 correspondientes a los escenarios A2 y B2 se han usado datos modelizados obtenidos del trabajo que la Fundación para la Investigación sobre el Clima realizó para la Consejería de Medio Ambiente en 2006 (FIC, 2006) y que se encuentran disponibles en la página web de dicha consejería, además de haber sido facilitados por la misma a todos los órganos directivos de la Administración de la Junta de Andalucía encargados de realizar esta planificación.

Con todo lo anterior, se disponía de un elevado número de datos de temperaturas medias y precipitaciones asociados a unas estaciones meteorológicas repartidas de forma irregular por todo el territorio andaluz. Para facilitar su estudio, se ha entendido más conveniente una representación espacial de estas variables en el mapa de la comunidad autónoma aún a costa de realizar diversas aproximaciones y/o interpolaciones entre los datos reales obtenidos. Dichas aproximaciones se han realizado usando el método geoestadístico Kriging para la obtención de mapas de superficie. Este tipo de aproximación es el que se usa habitualmente en los estudios científicos territorializados (Peña, 2006). Los resultados obtenidos se explican a continuación.

Temperaturas mínimas anuales.-

Hablando siempre de medias diarias extendidas a periodos de comparación anuales y no de fenómenos extremos, así como de zonas significativamente pobladas (evitando las zonas topográficamente más elevadas y que solo distorsionarían este análisis) las temperaturas mínimas del mes más frío oscilaron entre los 7 y 8 ° C en las zonas más elevadas de las provincias de Jaén y Granada (Sierra de Segura, Altiplanicie Norte de Sierra Nevada) y los 14 y 15 ° C que se registraron en las zonas del litoral atlántico de Cádiz.

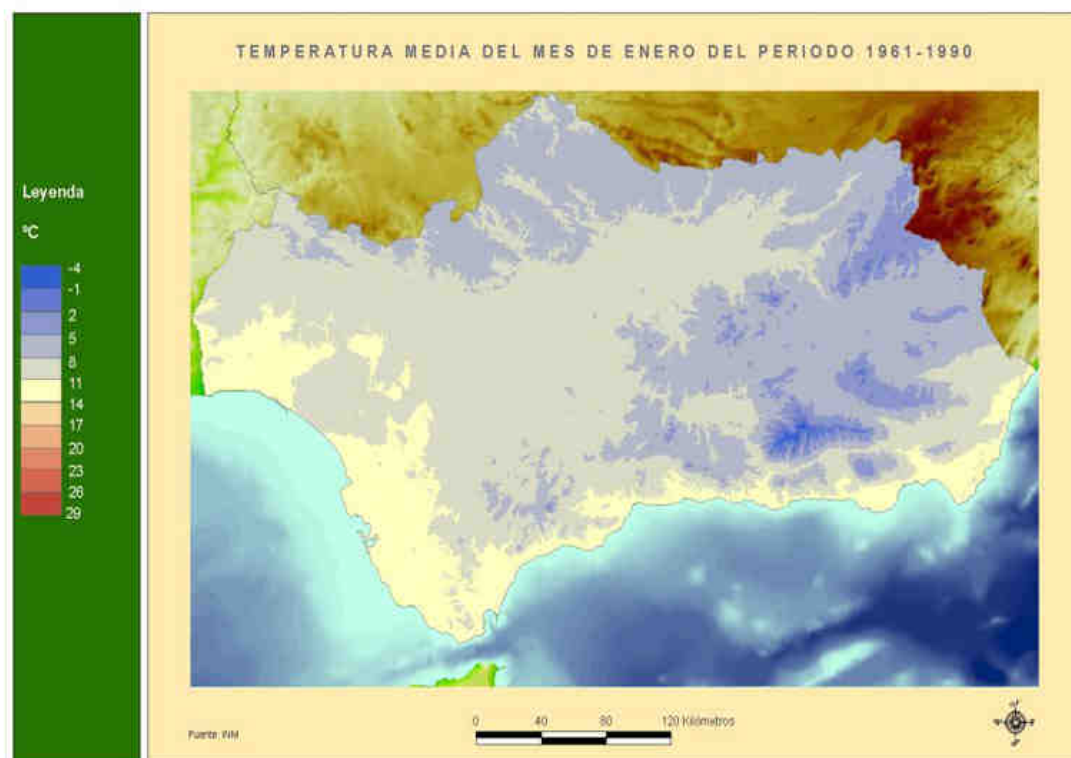


Figura 1: Temperatura mínima anual Andalucía. Fuente, CMA

Como se aprecia en la figura 1, el efecto atemperador de las aguas marinas es muy notable siendo en general más suaves y cálidas las temperaturas mínimas en todo el litoral andaluz frente a unas mínimas más extremas y frías en las zonas más alejadas del mar o más aisladas frente a la influencia de su masa de aire húmeda y cálida en

invierno. Este aislamiento proviene de la existencia de obstáculos orográficos que dificultan la circulación habitual de las masas de aire.

El otro elemento importante a la hora de considerar la distribución de las temperaturas mínimas es la altitud, siendo así que la representación de las temperaturas mínimas sobre el mapa es casi un negativo de las curvas de nivel de la región andaluza. Se aprecia perfectamente la apertura del valle del Guadalquivir en colores más claros que las sierras que lo rodean, mientras que las zonas más frías se corresponden con las cumbres de Sierra Nevada.

En cuanto a las mínimas modelizadas para el año 2050, es preciso distinguir a los datos obtenidos para cada uno de los escenarios. Para el escenario A2 las temperaturas presentan un aumento generalizado que se cifra en torno a los 2'5 ° C. El patrón espacial que seguirían las mínimas en esa proyección es igual que el actual, lo que se manifiesta es un color casi uniforme en el mapa, solo alterado por algunas zonas de montaña en Granada, Málaga y Almería. Resulta significativo, en cambio, un menor aumento en la zona del campo de Gibraltar.

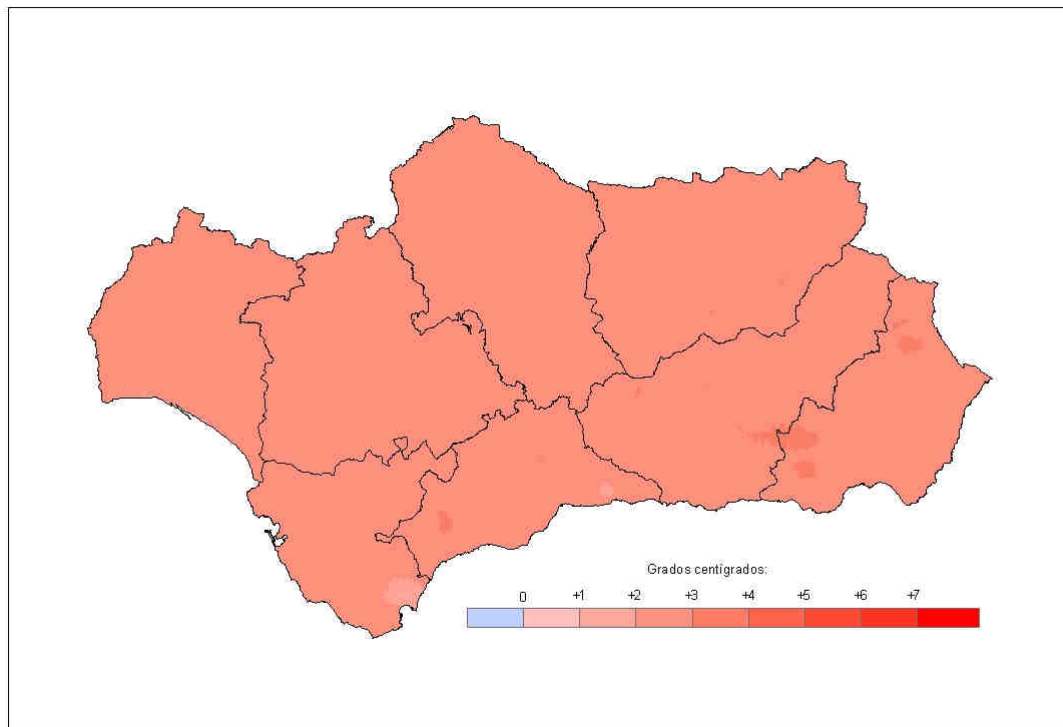


Figura 2: Mínimas para el escenario A2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990.

El resultado global de las mínimas en este escenario sería, pues, prácticamente un calco del estado actual en el que las características que determinan el nivel de temperatura serían la proximidad al mar y la altitud relativa. En este caso nuevamente las temperaturas serían significativamente más suaves en las zonas costeras y más frías en las zonas continentalizadas.

Para el escenario B2 los resultados que se obtienen son incluso más cálidos que los del escenario A2. Las diferencias con el escenario A2 oscilan entre 0'3 ° C para las áreas con temperaturas mínimas más bajas (por ejemplo, es el caso de las zonas alrededor de la sierra de Segura) y 0'7 ° C en las zonas con mínimas más elevadas. Al

no producirse la disminución relativa en el campo de Gibraltar, la diferencia entre ambos escenarios es máxima en este punto.

Analizando la diferencia entre las figuras anteriores, se observa que los aumentos en las temperaturas mínimas son generalizados y que la diferencia es mayor en las zonas más continentalizadas. Los aumentos en las costas son moderados, lo cual provoca en general que se reduzcan las diferencias globales entre las medias de las temperaturas mínimas a nivel espacial.

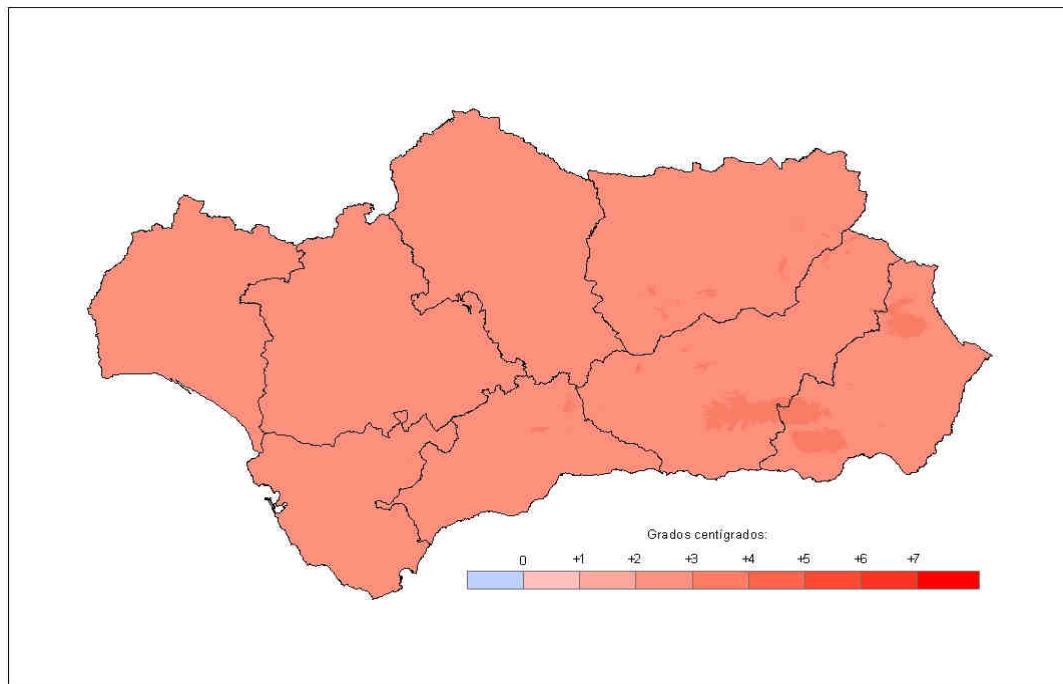


Figura 3: Mínimas para el escenario B2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990.

Resulta probable que las temperaturas aumenten bajo el escenario A2 entre un grado centígrado en la costa malagueña y tres en las zonas septentrionales de las provincias de Córdoba y Jaén. Bajo el escenario B2 las modificaciones en temperatura parece responder a un esquema longitudinal en el que la zona norte aumenta un total de 2,5 ° C y la zona sur un grado menos de temperatura. Como se puede apreciar en las figuras, el aumento de temperaturas en el escenario B2 es mayor en las zonas occidentales y menor en las orientales que en el escenario A2.

Temperaturas máximas anuales.-

Teniendo en cuenta las mismas salvedades que para el caso de las temperaturas mínimas anuales, es decir, que se trata de temperaturas medias y mayoritariamente en zonas habitables que es donde se encuentran situadas las estaciones meteorológicas de donde se extraen los datos para las interpolaciones, las isotermas de las máximas anuales durante el periodo 1961-90 presentan unos rangos de temperatura entre 26° a 27° C en la zona central del Valle del Guadalquivir, y entre 21° a 22° C en la Sierra de Segura y Altiplanicie Norte (ver figura 4).

En este caso y a diferencia de las mínimas, la influencia de la cercanía del mar en principio es de signo contrario a la de la altitud, con lo que el panorama no es tan claro como en el caso de las mínimas. La capacidad atemperadora del mar es máxima en la costa atlántica y va disminuyendo hacia la zona de Almería donde se dan temperaturas bastante altas incluso al borde del mar.

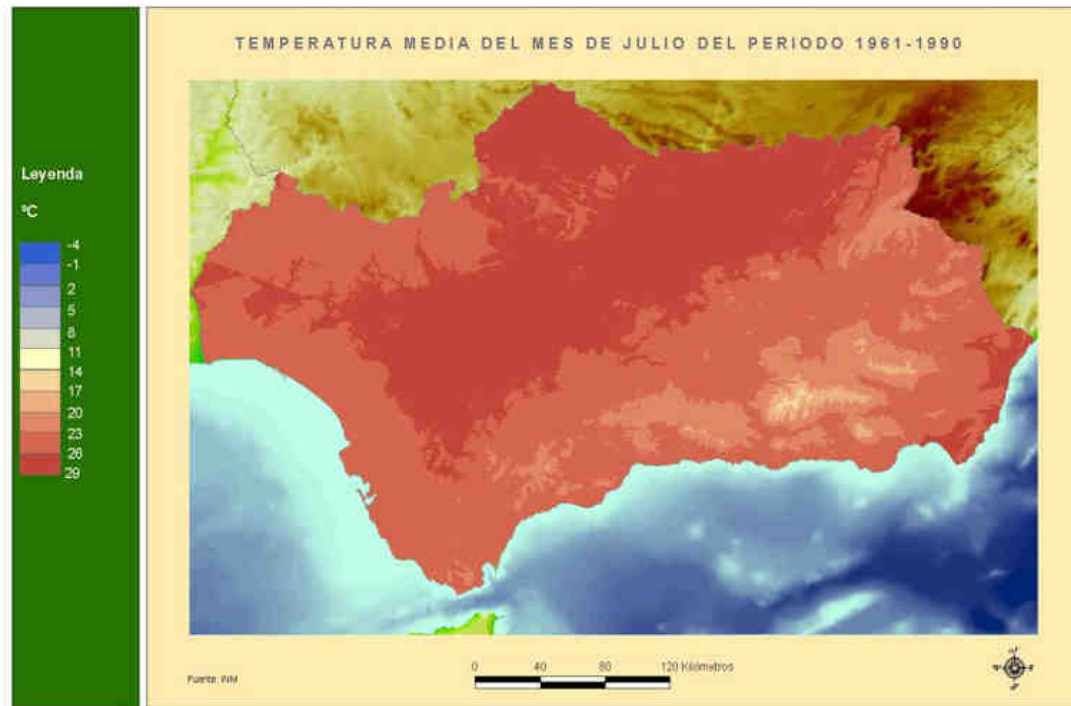


Figura 4: Temperatura máxima en Andalucía. Fuente, CMA

Comparando con el mapa de temperaturas mínimas en Andalucía, cabe destacar que en ambas representaciones espaciales las zonas con máximas más frías y con mínimas más frías son prácticamente iguales. Sin embargo, las máximas más elevadas no se producen en el mismo espacio geográfico que las mínimas más elevadas, que en este caso se producen en las tierras centrales del Valle del Guadalquivir y en la costa de Almería.

Las temperaturas medias de las máximas anuales modelizadas para el año 2050 bajo el escenario A2 (ver figura x) presentan un aumento respecto a 1961-90 de 2,8° C de promedio. No obstante, su distribución espacial se mantiene respecto a la del siglo XX a grandes rasgos. En el Valle del Guadalquivir el umbral de temperatura máxima se ha estimado en 29° a 30° C, mientras que en la Sierra de Segura y Altiplanicie Norte se dibuja la isoterma de 24-25° C.

Bajo el escenario de emisiones B2 (ver figura x), las temperaturas máximas modelizadas son, en promedio una media de 1,25° C más bajas respecto al escenario de emisiones A2. No obstante, existen diferencias, tanto al alza como a la baja, según las distintas localizaciones. En líneas generales, las máximas más elevadas, localizadas en el Valle del Guadalquivir, presentan una tendencia a la baja en el escenario B2 respecto al A2, mientras que en donde las máximas son más frías, éstas se muestran más elevadas en el B2 respecto al A2.

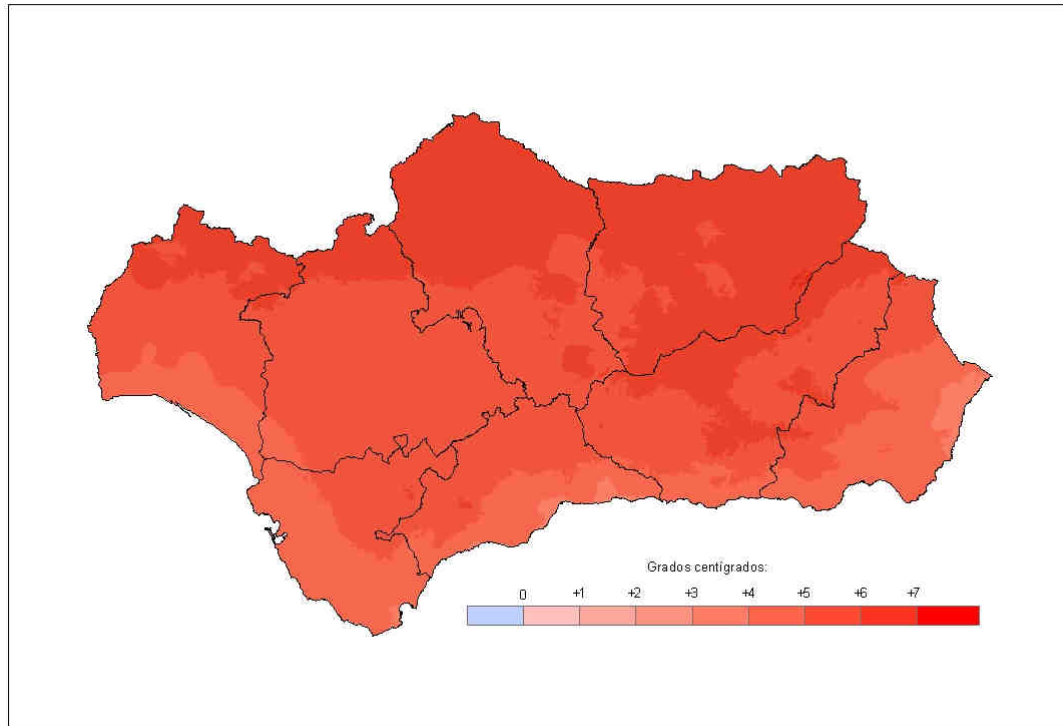


Figura 5: Máximas para el escenario A2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990

Analizando la diferencia entre las figuras anteriores, se observa que los aumentos en las temperaturas máximas son generalizados y que la diferencia es mayor en las zonas más continentalizadas, al igual que ocurría con las temperaturas mínimas. Bajo el escenario A2 se observarían incrementos de temperatura máxima de hasta 3,5 ó 4 ° C para el norte de las provincias de Córdoba y Jaén. En el caso del escenario B2 las isotermas de máximo aumento de temperatura se desplazan ligeramente hacia el este y se encuentran entre las provincias de Jaén y Granada. No obstante, el incremento sería de medio grado menos que en el caso anterior.

Las zonas litorales son las que se verían menos afectadas por el ascenso de las temperaturas máximas, con rangos entre 1,5° a 2° C en el litoral mediterráneo y 2° a 2,5° C en el litoral atlántico bajo el escenario A2. Bajo el escenario B2, el umbral de 1,5° a 2° C se sitúa sobre las aguas atlánticas gaditanas, mientras que el resto de las zonas costeras estarían expuestas a un aumento térmico en 2050 de entre 2° y 2,5° C. Con estos cambios, se acentuaría aún más las diferencias de temperaturas entre zonas costeras y no costeras en el horizonte 2050.

El patrón seguido para la magnitud del cambio respecto a las temperaturas máximas presenta una gradación Norte-Sur, con aumentos de casi 4° C hasta 0,5° C en las zonas meridionales litorales, tanto para el escenario A2 como para el B2. Entre ambos escenarios las diferencias son considerables, ya que se puede observar que bajo el escenario B2 los cambios son significativamente más modestos. El resultado global es la desaparición de la zona de menor temperatura asociada a la presencia de Sierra Morena, que prácticamente vendría a tener las mismas temperaturas máximas que el valle del Guadalquivir.

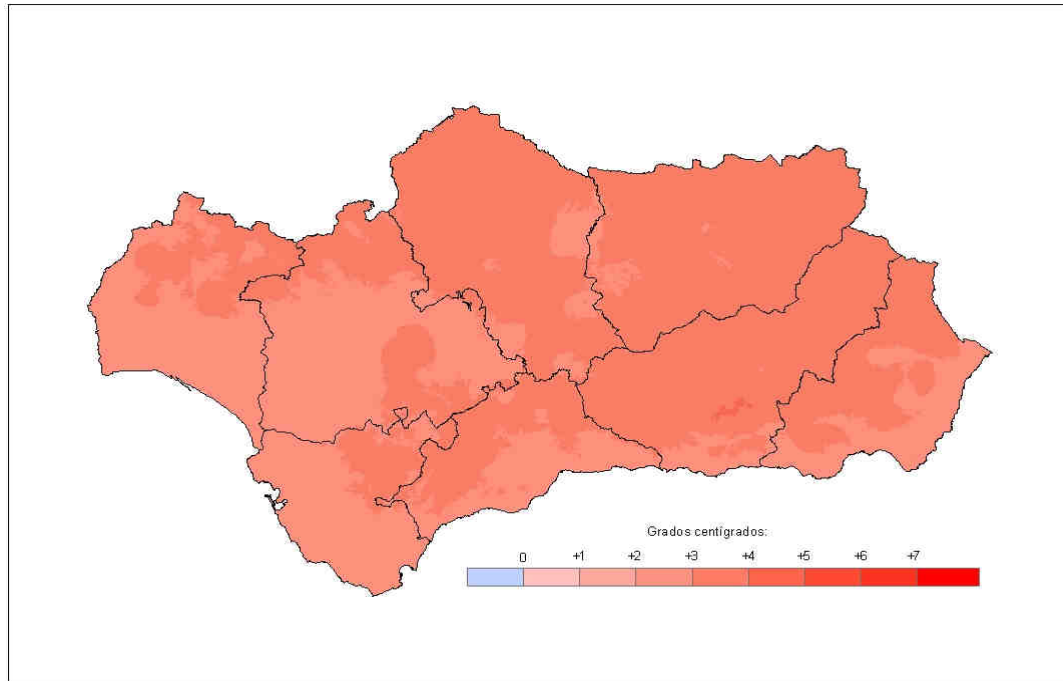


Figura 6: Máximas para el escenario B2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990

Precipitación anual acumulada.-

La principal característica de las precipitaciones en Andalucía es precisamente su irregularidad entre diferentes años, por no mencionar la diferencia de intensidad entre las estaciones. Esta irregularidad provoca que el recurso a una precipitación media sea bastante engañoso en sí, pero no queda más remedio que recurrir a este tipo de simplificaciones si se quiere obtener alguna conclusión útil al respecto.

Teniendo en cuenta esta gran limitación del sistema, conviene destacar que lo más notable en la distribución de precipitaciones es la elevada diferencia de comportamientos entre Andalucía Oriental y Occidental, siendo que en general, la distribución de precipitaciones muestra una gradación de oeste a este, lloviendo más en una zona cuanto más occidental sea. El otro parámetro importante es la altitud aunque a mucho menor escala, con lo que se obtiene una mayor cantidad de precipitación en las montañas que en los valles circundantes.

Uniéndolo estas dos tendencias globales y hablando siempre de medias anuales, durante el periodo 1961-90, la provincia de Almería es la que se ve sometida a una escasez mayor de precipitaciones, marcada por la isoyeta de los 200 mm anuales y con localizaciones en donde las precipitaciones no llegan a superar los 140 mm. Como sabemos es la única zona en Europa con un clima marcadamente desértico.

La mayor cantidad de precipitaciones se da en la cercanía a las masas de aire más húmedas, que en el caso andaluz suelen proceder de la bahía de Cádiz o de la zona atlántica tanto por distancia o en altitud. Por ello, se espera mayor pluviosidad cuanto más al oeste y/o más altitud presente un punto. En consecuencia, en la Janda y La Campiña de la provincia de Cádiz, así como en la Serranía de Ronda en Málaga, se

llegan a sobrepasar en determinadas localizaciones más de 1.000 mm anuales, estando la zona bajo la isoyeta de 700 mm.

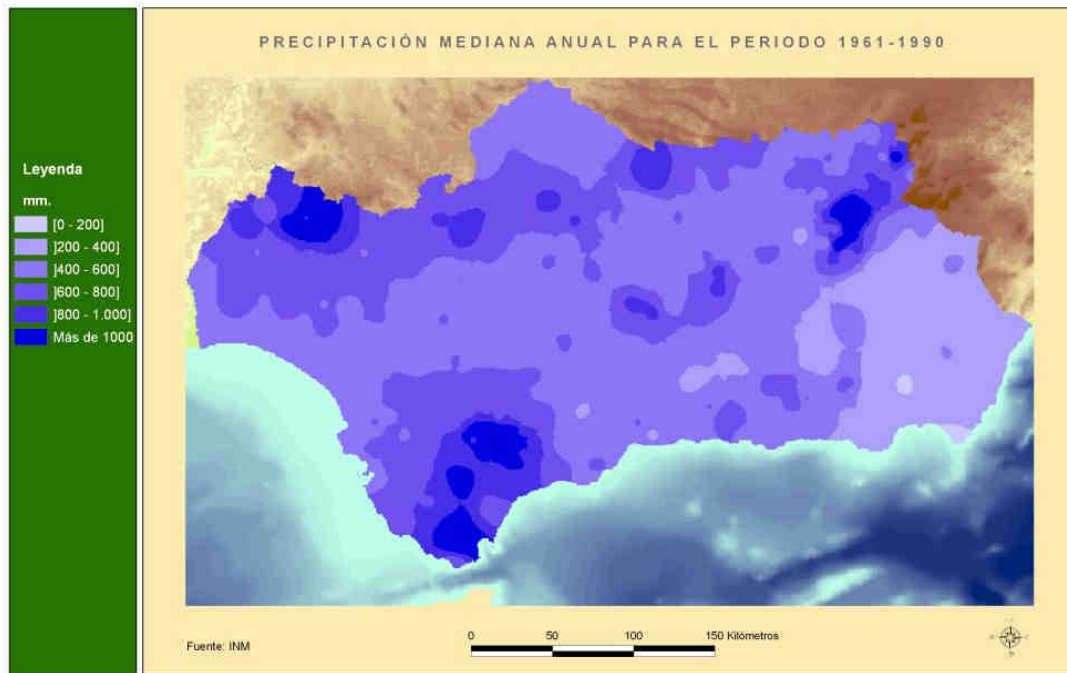


Figura 7: Precipitación media anual. Fuente, CMA

Bajo el escenario A2, para el año 2050, los valores de precipitación anual modelizados indican una tendencia a la disminución para el conjunto de la región excepto en algunas poblaciones del norte de la provincia de Almería (ver figura 7). También bajo este escenario se repiten las zonas con los máximos y mínimos pluviométricos de toda Andalucía, así como otros sectores destacados por su mayor precipitación respecto a su entorno, como es el caso de la Sierra de Aracena en Huelva, o la Sierra de Segura en Jaén. No obstante, se observa una significativa disminución de las lluvias en la provincia de Huelva y en la sierra de Grazalema, aunque mantenga su posición como zona más húmeda de la comunidad.

Bajo el escenario B2, la tendencia para la precipitación también muestra una reducción respecto a 1961-90, y de mayor intensidad que la del escenario A2. El aumento de precipitaciones es también superior en la zona oriental y alcanza a la práctica totalidad de la provincia almeriense. El esquema espacial de la pluviometría anual también es el mismo, aunque en este caso, algunas zonas como el litoral almeriense, presentan una diferenciación en la precipitación con el resto de las zonas menos acusada incluso que en el escenario A2. Es decir, allí donde la precipitación es menor, la modelización realizada indica un descenso más drástico en el B2 que en el A2. Por el contrario, no se producen aquí las disminuciones de lluvias tan pronunciadas en las costas onubenses y la sierra de Grazalema o de Ronda.

La precipitación global modelizada para el año 2050 presenta tendencias opuestas según los distintos territorios de la Comunidad, que apuntan tanto a un descenso de las mismas en algunas zonas como a un aumento en otras respecto a 1961-90 (figura 7).

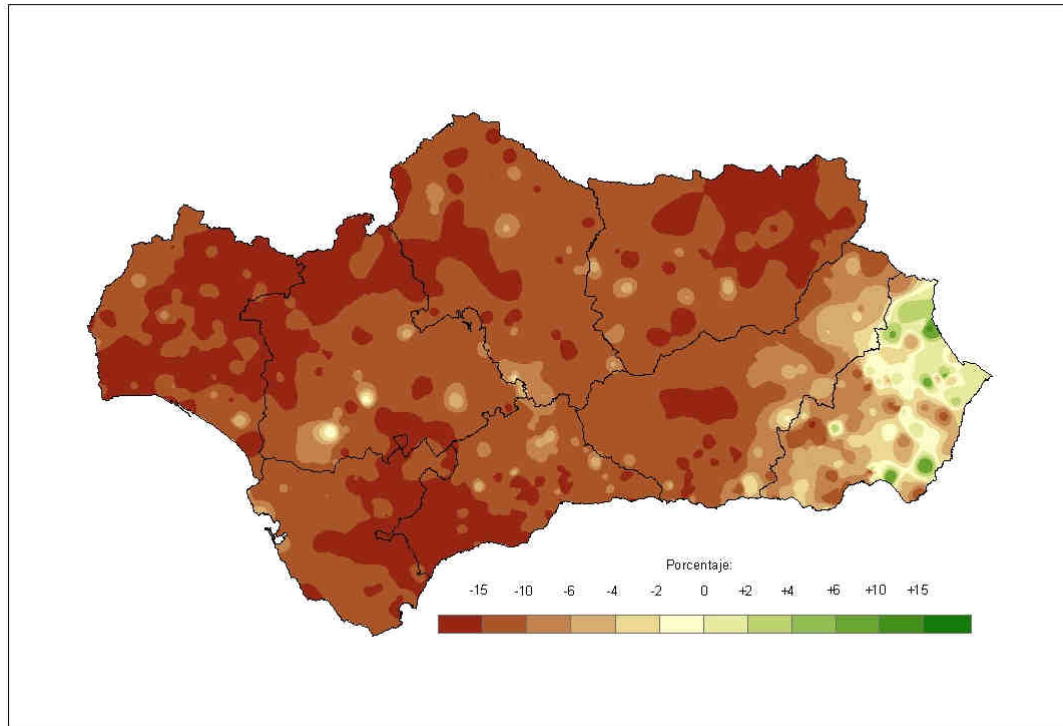


Figura 8: Precipitaciones medias anuales para el escenario A2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990

Bajo el escenario A2, en Andalucía Occidental se prevé, en líneas generales un descenso de la precipitación en 2050, que oscilaría entre -250 mm en amplias zonas de la provincia de Huelva, la mayor parte de sierra Morena y las sierras orientales de Cádiz y occidentales de Málaga., y -50 mm, afectando este umbral a la práctica totalidad de las provincias salvo las más orientales. Por el contrario, en Andalucía Oriental se prevé un aumento de las precipitaciones, siendo Almería la provincia que alcanzaría los aumentos más elevados, llegando a superarse en algunas estaciones unos aumentos superiores a los 100 mm anuales. En Granada, la precipitación se mantendría en el mismo orden de magnitud, con un aumento generalizado en su mitad nororiental y una disminución moderada en la mitad suroccidental.

Bajo el escenario B2, los resultados muestran un descenso general de las precipitaciones para toda la Comunidad de Andalucía, a excepción de Almería, el este de Granada y algunos valles intermedios de la provincia de Málaga, en donde se observan algunos observatorios en donde la precipitación aumenta de manera modesta. En general, la mayor parte del territorio andaluz se encuentra bajo la isolínea de disminución de -100 a -150 mm. Únicamente en la provincia de Cádiz (Sierra de Grazalema) y en el Norte de Sevilla se observan descensos más acusados. En el caso de la sierra de Grazalema, la disminución puede alcanzar incluso los 300 mm anuales.

Con esta disminución de precipitaciones, se equilibraría mucho más la distribución de precipitaciones a lo largo de la comunidad ya que se reduce la precipitación de las zonas más húmedas en la actualidad y aumentan en las zonas más secas. Como no se espera una modificación sustancial en la circulación de la atmósfera, se interpreta que estas modificaciones solo pueden explicarse a través de un aumento de la irregularidad entre temporadas, con mayores tiradas de años secos en los que la

precipitación puede provenir sobre todo de tormentas en la zona del mediterráneo antes que de borrascas atlánticas.

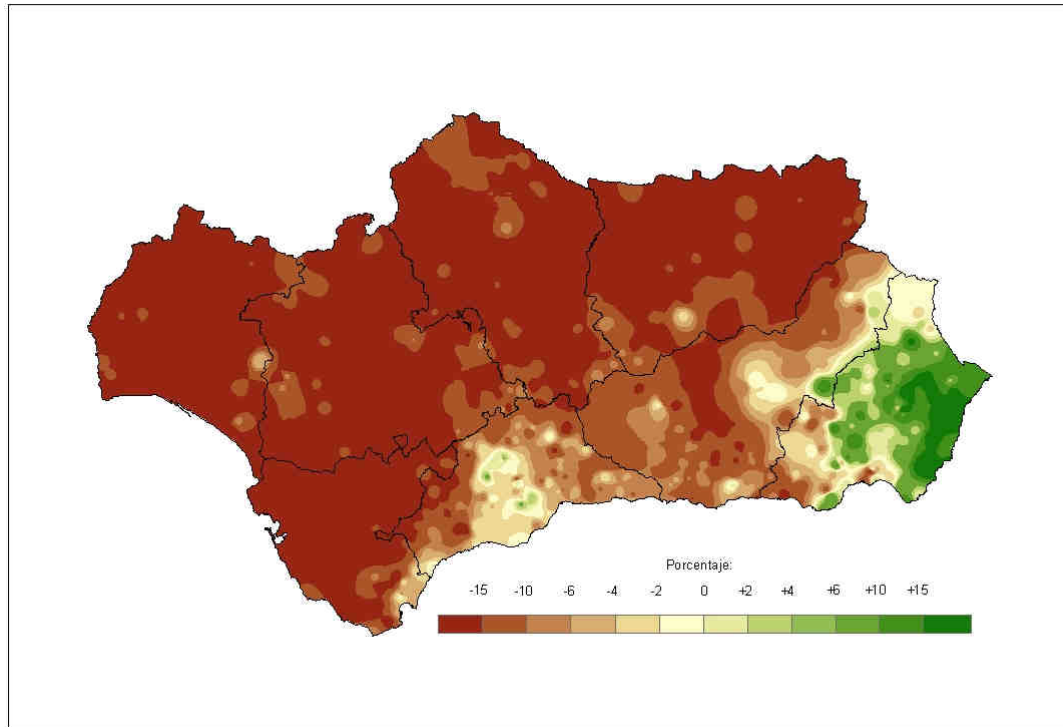


Figura 9: Precipitaciones medias anuales para el escenario B2. Diferencia respecto del periodo 1961-1990

Otros fenómenos meteorológicos.-

Fuera de los cálculos de precipitaciones y temperaturas (para los que se ha destinado un esfuerzo ingente en su cálculo) no es posible obtener variables con una fiabilidad suficiente como para que los resultados generados sean inequívocos. No obstante, se pueden inferir algunas tendencias y aproximaciones que pueden ser tenidas en cuenta para realizar un esbozo de las necesidades de adaptación como ocurre en nuestro caso.

Por ejemplo, se puede estimar con bastante fiabilidad que se va a producir una reducción generalizada en la humedad relativa, ya que este resultado es el único que es consistente con el aumento en las temperaturas mostrado con anterioridad. Si a esto le combinamos la tendencia a la reducción de la nubosidad, que es general para todas las regiones y épocas del año, nos encontramos con un escenario en el que se produce una mayor insolación, niveles más elevados de radiación ultravioleta y probablemente este escenario descrito se complete con un aumento de los periodos de sequía alternados con lluvias torrenciales.

La desviación típica de la nubosidad debe ser notablemente mayor en los meses estivales posiblemente debido al origen convectivo de la nubosidad y a las mayores discrepancias intermodelo para este tipo de procesos. La creciente irregularidad de las precipitaciones y el aumento de la frecuencia de los fenómenos extremos deberán ser tenidos en cuenta a la hora de prever inundaciones y lesiones traumáticas generalizadas, así como habilitar medios para luchar contra la creciente impermeabilización de los

suelos que solo puede agravar la aparición de fenómenos de avenidas. Todo ello, sin mencionar la creciente ocupación de los cauces ante la despreocupada sensación de que en esos lugares ya no va a volver a circular el agua.

En cambio, el tema de la evapotranspiración es mucho más incierto. En algunas simulaciones que se han realizado, pese a que los resultados son consistentes con el resto (aumento generalizado de la misma debido al incremento de temperaturas, insolación y descenso de la precipitación media), la desviación típica encontrada es del mismo orden que la diferencia existente respecto de la observada en el periodo 1961-1990. Ni hay que decir que este tipo de desviación invalida cualquier conclusión que pueda sacarse al respecto.

Por último, la velocidad del viento muestra un comportamiento bastante irregular tanto espacialmente como en la distribución anual, si bien la desviación típica se mantiene relativamente baja debido probablemente al mayor peso que ejerce el forzamiento sinóptico sobre el viento y que, a su vez, está regido por las condiciones de contorno comunes a todos los modelos regionales. En los meses de verano el menor forzamiento sinóptico permite una evolución más libre, lo que se manifiesta en una mayor desviación típica del viento.

El cambio de los caudales de agua en cada una de las demarcaciones hidrográficas, como es lógico, tiene grandes similitudes con el cambio de precipitación. En general, se nota un gradiente norte-sur con una mayor disminución de caudal de agua cuanto más hacia el sur se encuentre la cuenca. A este gradiente más claro norte-sur, se le superpone también un gradiente este-oeste con un mayor cambio de caudal en las cuencas mediterráneas del SE. Este comportamiento es común a los tres modelos globales que ha usado el AEMET en sus previsiones para la Península Ibérica.

Al igual que sucede con la precipitación, la modificación del régimen hidrológico en las cuencas a lo largo del año no posee un claro patrón de comportamiento, lo que indica la relativamente baja fiabilidad de las proyecciones de esta variable. Esto hace muy difícil sacar conclusiones sobre como puede afectar esta variable a la capacidad de almacenamiento de acuíferos y embalses artificiales, lo que sería de gran importancia a la hora de examinar la afección del abastecimiento de agua de consumo humano en Andalucía.

Por último, aunque no sea exactamente un fenómeno meteorológico, podemos hacer una referencia a la subida del nivel del mar en nuestra región. Este fenómeno se debe especialmente a la expansión volumétrica causada por el aumento de temperaturas del fluido, aunque también colabora a este hecho la fusión de glaciares y masas de hielo situadas sobre la superficie terrestre. Es de todos sabido que la fusión de masas de agua flotantes no contribuye a la elevación del nivel del mar pues el volumen del hielo es superior al del agua líquida.

Por ejemplo, en ausencia de medidas de adaptación, puede llegar a producirse hasta un aumento de 1 m en el nivel del mar (la estimación más alta del Grupo de Trabajo I del IPCC para 2100) respecto del nivel medio actual, lo que obligaría al desplazamiento de decenas de miles de personas. Dado que además cada vez es mayor el número de poblaciones situadas en áreas costeras, este cambio podría afectar a una gran cantidad de infraestructuras de comunicación y abastecimiento de servicios.

Aunque para Andalucía los costes anuales de protección son relativamente modestos (calculados en torno a un 0.1% del PIB), el coste medio anual puede ir incrementándose como consecuencia del elevado coste de la protección frente a las mareas de tempestad. Además a largo plazo, amplias zonas deberían ser abandonadas y se perderían grandes extensiones de playas con la consecuente alteración del modelo económico y turístico de algunas comarcas costeras.

INTERRELACIONES CAMBIO CLIMATICO Y SALUD

Tercer informe de evaluación del IPCC.-

La labor del IPCC es el fruto del trabajo de centenares de científicos de reconocido prestigio distribuidos en centros académicos y de investigación situados en todo el mundo. La selección de los miembros de estos grupos de trabajo se realiza en dos etapas. En primer lugar, cada cinco años, los gobiernos nacionales proponen a expertos en las muchas áreas temáticas cubiertas por el análisis global. Seguidamente, el plenario de la organización realiza una selección entre los nombres propuestos, intentando mantener una adecuada representación geográfica y disciplinaria. En general, los trabajos de análisis, discusión y redacción de las aportaciones comunitarias son realizados por voluntarios.

Los borradores de las evaluaciones del IPCC se someten a una serie de revisiones internas y externas por expertos independientes. La redacción final de los resúmenes de los informes es objeto además de un examen minucioso y sistemático por parte de los gobiernos en conferencias internacionales que se convocan de manera oficial. Desde un punto de vista imparcial, esto confiere al documento una gran legitimidad dada su amplia representatividad pero en ocasiones permite que cuestiones políticas o estratégicas se inmiscuyan en las conclusiones científicas debido a las repercusiones que estos informes tienen sobre las medidas a adoptar por los gobiernos adheridos a la Convención.

En el tercer informe de evaluación se abordó de forma explícita el efecto sobre la salud de la variabilidad climática. La redacción acordada finalmente reflejaba la siguiente conclusión:

“Según las proyecciones, en general, el cambio climático aumentará los peligros para la salud humana, sobre todo en las poblaciones de menores ingresos de países tropicales y subtropicales”.

“El cambio climático puede afectar a la salud de manera directa (consecuencia de temperaturas demasiado altas o bajas, pérdidas de vida y lesiones en inundaciones y tormentas) e indirecta, alterando el alcance de los vectores de enfermedades como los mosquitos, y de los patógenos transmitidos por el agua, así como la calidad del agua, del aire y la calidad y disponibilidad de los alimentos. El impacto real en la salud dependerá mucho de las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas, así como de las diversas adaptaciones sociales, institucionales, tecnológicas y comportamentales orientadas a reducir todo el conjunto de amenazas para la salud”.

Ese resumen refleja a grandes rasgos las principales amenazas para la salud derivadas del cambio climático. A lo largo del documento, se especifica que no son las únicas. Además de los fenómenos anteriores, es preciso además tener en cuenta las consecuencias de los diversos procesos de cambio ambiental y global, así como las perturbaciones ecológicas resultantes del cambio climático. La OMS señala también que no deben descuidarse el estudio de las diversas consecuencias traumáticas, infecciosas, nutricionales y psicológicas que se producen en las poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el cambio climático.

El IPCC añade que se ha llegado a la conclusión, con un alto grado de confianza, de que el cambio climático tendría los siguientes efectos directamente relacionados con la salud y el bienestar de las poblaciones:

- Incrementar la mortalidad y la morbilidad asociadas al calor en países templados y/o tropicales.
- Reducir la mortalidad asociada al frío en los países templados y/o subpolares.
- Aumentar la frecuencia de epidemias después de inundaciones y tormentas .
- Producir efectos considerables sobre la salud tras los desplazamientos de poblaciones por la subida del nivel del mar y la mayor actividad tormentosa.
- Alterar los ecosistemas de vectores de enfermedades infecciosas afectando a poblaciones previamente no inmunizadas.

Para cada una de las repercusiones potenciales del cambio climático habrá algunos grupos especialmente vulnerables a las enfermedades y los traumatismos que se generan. La vulnerabilidad de una población depende de factores como la densidad demográfica, el porcentaje de menores de edad o población anciana, el grado de desarrollo económico, la disponibilidad de alimento, el nivel y la distribución de los ingresos, las condiciones ambientales locales, el estado previo de salud y la calidad y disponibilidad de la atención sanitaria pública.

Conforme a esos criterios se puede adelantar que la sociedad andaluza no pertenece al grupo de sociedades más vulnerables al cambio climático puesto que parte de unas condiciones de salud y bienestar elevadas y la calidad y disponibilidad de los actuales servicios sanitarios son factores que también contribuyen a disminuir los riesgos.

Interrelaciones entre cambio climático y salud.-

Partiendo de la evidencia científica descrita por los expertos consultados por el IPCC, se hace necesario profundizar más en las interrelaciones existentes entre cambio climático y salud cuando se quiere obtener resultados particularizados para el ámbito andaluz. Algunas de las relaciones causa-efecto pueden no producirse a esta escala, mientras que aparecerán otras motivadas por las especiales condiciones sociales y naturales de la región.

En principio, se van a analizar tres tipos de impactos. Existe un primer grupo de impactos directos en salud como son los causados por los fenómenos climatológicos de forma directa o por sus repercusiones inmediatas en el medio (temperaturas,

precipitaciones, vientos, inundaciones, deslizamientos de tierras, horas de insolación, etc). Este grupo de impactos se va a tratar en profundidad en un capítulo posterior, en el que se identificarán las causas, los efectos, la previsible magnitud de los mismos y la posible vulnerabilidad de la población andaluza.

Además existe todo un grupo de efectos indirectos sobre la salud. Llamamos efectos indirectos a aquellos efectos que se causan primariamente sobre el ámbito de actuación de otras consejerías, pero que de forma evidente acaban por tener un impacto en salud. El ejemplo más claro es el que se produce cuando la falta de lluvias ocasiona una sequía que afecta a la producción agrícola y puede resultar en una hambruna con serias repercusiones sobre la salud. No obstante, se entiende que este tipo de interrelaciones son muy elevados (consultar el esquema simplificado de la figura x) y que su estudio debe ser competencia de las propias consejerías, que son las que cuentan con expertos adecuados para ello. Una vez se hayan evaluado sus efectos y se pongan de manifiesto en sus respectivos informes, se podrá actuar desde salud analizando el impacto indirecto sobre la salud.

Un tercer grupo de impactos son los que se producen sobre aspectos que son gestionados desde la Consejería de Salud, aunque no necesariamente tienen por qué producir un impacto significativo en salud. Un buen ejemplo sería el impacto que se produce en el control del uso de productos biocidas (si se produce una modificación de las especies a las que hay que controlar) o en la gestión de la calidad de las aguas de baño (si desaparecen las playas con la subida del nivel del mar). Estos cambios simplemente se tendrán en cuenta a la hora de planificar las actuaciones de la Consejería en el futuro.

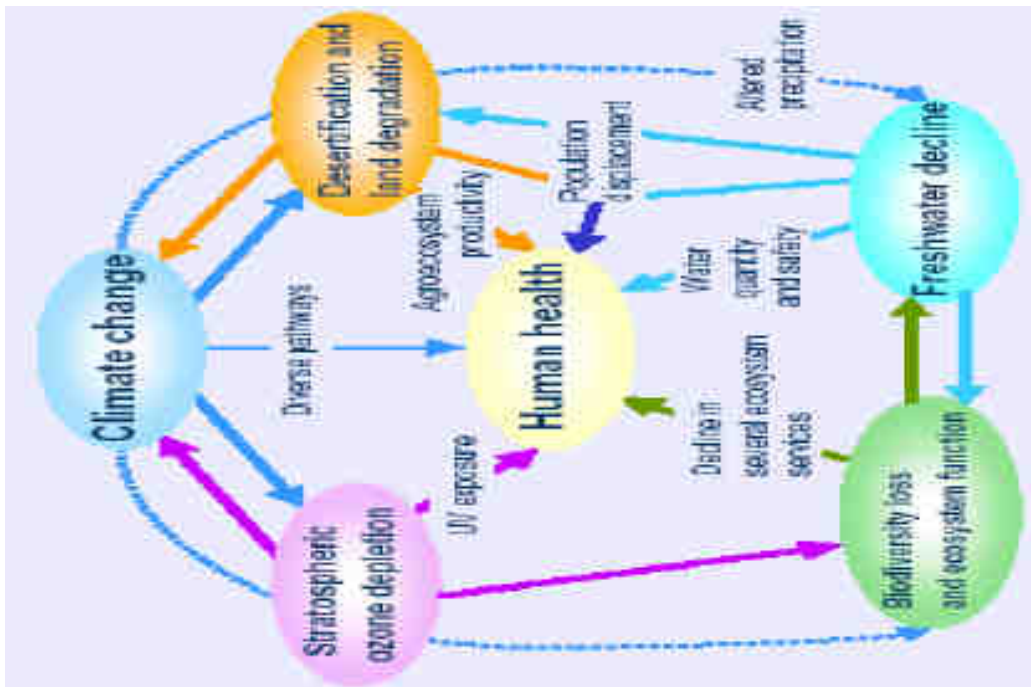


Figura 10: Interrelaciones entre cambio climático y salud.

Independientemente del tipo de impactos que se trate, la metodología para su identificación estará inspirada en la evaluación de impacto en salud, una herramienta que permite identificar las interrelaciones entre diferentes políticas y la salud de la

colectividad entendida en su sentido más amplio. Además como base se emplearán las conclusiones de diversos organismos dedicados al tema y la información científica facilitada en diversas publicaciones.

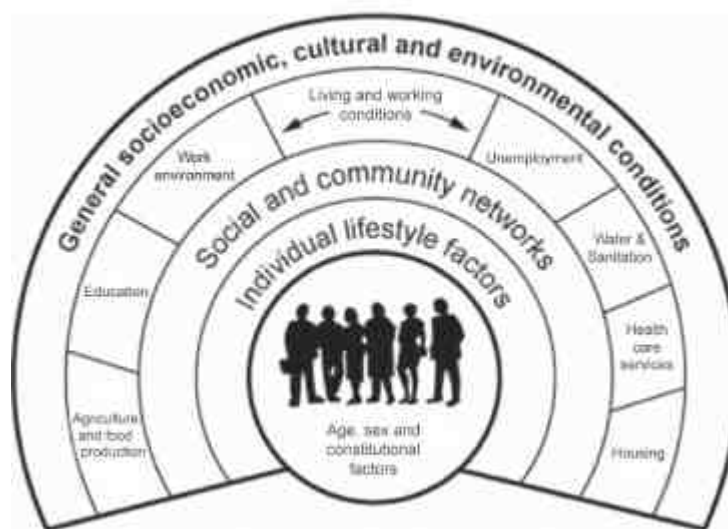
Se puede prever en general que la detección e identificación de estos efectos puede ser muy complicada al ser muy complejos los mecanismos de interacción. Como se vio en la figura x, al menos habrá que tener en cuenta los posibles impactos causados en la capa de ozono, en los diferentes ecosistemas, en la biosfera, en las relaciones económicas globales, el desplazamiento de población por diversas causas y los cambios locales entre zonas terrestres y marinas.

Impactos directos en salud.-

Para el análisis de los impactos directos en salud el protocolo que se empleó fue la creación de un cuestionario dirigido a los técnicos que trabajan en la Secretaría General de Salud Pública y Participación. En este cuestionario se les consultaba sobre las diferentes repercusiones que tenían los determinantes en salud en los que trabajaban y cuáles de estos determinantes podían verse afectados por los cambios inducidos por el cambio climático.

Seguidamente se les pedía que estimasen la probabilidad de que se produjese una afección en salud y su posible magnitud. En este punto conviene aclarar que, de conformidad con las directrices globales de los profesionales de Salud Pública, se considera una afección en salud no solo una ganancia/pérdida neta en salud dentro de la sociedad sino también una modificación de las desigualdades existentes en salud dentro de la comunidad, ya que existe un compromiso firme en la detección y lucha contra las desigualdades en salud en Andalucía.

Figura 1 - Modelo de los determinantes de las desigualdades en salud de Dalghren y Whitehead



Fuente: Dalghren y Whitehead (1991).

Figura 11: Expresión clásica de los determinantes en salud.

Identificados los posibles campos en los que se puede producir un impacto en la salud de la población andaluza, se buscó evidencia científica que permitiese apoyar o descartar estas asociaciones. Para ello, se realizó una búsqueda de trabajos y comunicaciones dirigidas a revistas de reconocido prestigio en el ámbito de salud. Se completó este análisis con la lectura de los informes de los expertos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático y otros grupos alentados por Naciones Unidas (en especial la Organización Mundial de la Salud) y por la Unión Europea u otros países de nuestro entorno.

Los técnicos consultados pertenecían a los Servicios de Participación Social, Promoción de la Salud, Planes Integrales, Salud Ambiental, Seguridad Alimentaria y Laboratorios y Epidemiología y Salud Laboral. Se entiende que de esta forma se abarca todo el espectro de determinantes en salud puesto que se incorpora la visión de los técnicos encargados de velar por el cuidado de los estilos de vida, del medio ambiente y aquellas actividades humanas que lo afectan, de los productos alimenticios en toda la cadena alimentaria, de los brotes epidémicos y enfermedades transmisibles, de la educación para la salud y del control sanitario de medicamentos y otros productos de utilización terapéutica, diagnóstica o auxiliar.

El resultado de todo este trabajo de recopilación de datos se puede resumir en los siguientes párrafos.

El primer trabajo consistió en identificar, de acuerdo con los escenarios anteriormente descritos, cuáles podían ser las manifestaciones en términos de variables meteorológicas o sus consecuencias del cambio climático. Por así decirlo, se trata de identificar las “driving forces” que provocarían las modificaciones en los determinantes de salud. El resultado que se obtuvo fue el siguiente:

- Incremento de temperaturas máximas y mínimas. Incremento frecuencia de la ocurrencia de olas de calor.
- Disminución, en su conjunto, de las precipitaciones. Disminución además de su frecuencia.
- Incremento generalizado del nivel del mar.
- Incremento de la frecuencia de eventos climatológicos extremos: sequías, inundaciones.
- Alteraciones ecosistemas, invasión especies tropicales o subtropicales.
- Cambios en la distribución espacial de vectores infecciosos.
- Aumentos en la duración de la temporada de polinización floral.
- Aumento en la concentración de ozono troposférico y de partículas.
- Aunque disminuye el frío pueden aumentar episodios de intenso frío polar.
- Aumento en la insolación, tanto en tiempo como en intensidad de llegada de rayos ultravioleta.

Con este tipo de modificaciones, una gran parte de los determinantes en salud se ven modificados. En realidad, cualquier pequeño cambio en las condiciones externas va a producir cambios en la salud, por lo que se decidió concentrarse en aquellos cambios para los que hubiese una mayor evidencia científica y cuya intensidad pudiese ser lo

suficientemente significativa como para que fuese necesaria una estrategia de adaptación específica por parte de los responsables sanitarios.

Breve resumen de los impactos directos en salud.-

El primer grupo de efectos a considerar son los relacionados con los episodios de temperaturas extremas. En el caso andaluz resultan mucho más probables y peligrosos los episodios de altas temperaturas: especialmente los episodios de larga duración conocidos como olas de calor. Los efectos causados incluyen en ocasiones el deceso de los afectados, especialmente en grupos de riesgo como son enfermos mentales, niños, ancianos con escasa movilidad, trabajadores o deportistas al aire libre, enfermos renales o cardiovasculares (menor actividad mecanismos evacuación calor por sangre), diabéticos (idem mecanismos sudoración).

Los episodios de intenso frío son en este momento prácticamente desconocidos en nuestras latitudes. La posible reaparición o aumento de frecuencia de este tipo de fenómenos extremos presentan un mayor grado de incertidumbre: algunos autores lo descartan por completo. En todo caso, también existiría un riesgo de muerte por exposición prolongada a bajas temperaturas y los grupos de riesgo son ancianos, bebedores, transeúntes y personas con problemas cardiovasculares.

El segundo grupo de problemas está relacionado con las inundaciones que se producen tanto en zonas costeras por influencia de la subida del nivel del mar como en las zonas de ribera como consecuencia de la irregularidad de las precipitaciones, el aumento de la impermeabilización del suelo (debido al uso masivo de cemento en las zonas de habitación humana) y la desertización. A corto plazo, este tipo de fenómenos adversos puede producir ahogamientos, lesiones traumáticas y daños en cosechas y propiedades. A más largo plazo, puede generar brotes de enfermedades infecciosas pero se desconoce el impacto que pueden producir sobre la salud de la población en zonas con buena cobertura sanitaria.

El tercer grupo de problemas está relacionado con la seguridad en el consumo de alimentos. Parece estar confirmado un posible incremento en la distribución de plagas y patógenos, lo que puede repercutir en la aparición de brotes de infecciones alimentarias. De hecho, existen estudios que relacionan los brotes de salmonelosis que se producen con la temperatura media semanal. Como otros efectos, de menor importancia, se mencionan la mayor probabilidad de aparición de fallos en la cadena de frío y la proliferación de vectores (moscas y similares) en épocas supuestamente “frescas” donde estos vectores no deberían haber sobrevivido en condiciones normales. El fenómeno moderno por el que la producción de alimentos y su consumo se encuentran notablemente lejanos puede hacer que en Andalucía se generen situaciones de riesgo vinculados a cambios meteorológicos que tienen lugar en otras zonas del mundo. Esta circunstancia deberá ser tenida en cuenta en el informe.

Otra serie de efectos muy relevante en toda la literatura científica lo constituyen los cambios en la distribución espacial de vectores de enfermedades. El hábitat de las especies animales y vegetales viene determinado por las condiciones climáticas. Se espera la aparición en Europa de especies tropicales o subtropicales y de las enfermedades que ayudan a propagar. Algunos ejemplos de enfermedades que se espera aparezcan o se reintroduzcan son la malaria, enfermedad de Lyme, Leishmaniasis y las

enfermedades vinculadas a la presencia de los virus Chikungunya, virus West-Nile, virus Toscana, etc. Otras especies que pueden causar problemas de salud no vinculados a procesos infecciosos son el mosquito tigre, las medusas procedentes de mares tropicales en las playas, etc.

El efecto de la subida de las temperaturas de forma global va a contribuir de la misma forma a la aparición de problemas de salud ligados al uso del agua, especialmente en lo que respecta al agua de consumo. Al igual que en el caso anterior, una modificación en las temperaturas de las aguas superficiales (tanto usadas para el consumo humano como con fines recreativos) puede provocar la proliferación de especies nocivas y desencadenar brotes diarreicos o de enfermedades más serias. Las especies que se consideran más preocupantes son las de los géneros *Cryptosporidia*, *Cyclosporidia*, *Campylobacter*, *Giardia*, etc

Además de los efectos globales provocados por los cambios en composición atmosférica vinculados a actividades antropogénicas, se van a producir también algunos efectos locales sobre la contaminación del aire. La mayor parte de los factores que influyen en la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire están relacionados con las condiciones climatológicas, en especial con la dirección e intensidad de los vientos dominantes, aunque también la estabilidad atmosférica es un factor determinante. En general, se espera una disminución de la circulación atmosférica que empeorará la calidad del aire.

En otro orden de cosas, la futura disminución de precipitaciones (sobre todo en número de días de lluvia) en Andalucía va a repercutir negativamente en el abatimiento de partículas en el aire y el aumento de la temperatura y de la insolación provocará que las alertas por ozono troposférico se vean incrementadas de forma notable. Los efectos de las partículas y el ozono son irritantes para el tracto respiratorio a corto plazo y a largo plazo pueden generar cáncer u otras enfermedades incapacitantes.

Para concluir con los efectos vinculados a la mala calidad del aire, hay que tener en cuenta la contaminación del espacio interior de los edificios. Aparte de que los niveles de contaminación exteriores acaban repercutiendo sobre los interiores existen dos posibles factores que pueden empeorar la calidad del aire. Un nivel de temperaturas más elevado puede suponer un mayor uso de los sistemas de acondicionamiento de aire. Esto, a su vez, provoca posiblemente una menor renovación del aire para aprovechar el gasto energético y una menor tasa de humedad en el interior de los edificios. Ambos elementos pueden afectar sensiblemente el bienestar de las personas.

Otros efectos que hay que considerar son los asociados a una mayor recepción de radiación ultravioleta. La estabilidad atmosférica en España está directamente relacionada con la aparición de un anticiclón en la zona media atlántica y una borrasca térmica en superficie. La consecuencia directa es el bloqueo de la entrada de frentes oceánicos y, a consecuencia de ello, la falta de nubosidad puede llevar a una mayor exposición a la radiación. Una mayor exposición puede causar quemaduras en ojos y piel a corto plazo (también se ha estudiado el efecto sobre la aparición de cataratas) y a largo plazo tiene efectos cancerígenos.

Por último, la temporada de floración de muchas especies está anticipándose y alargándose en la temporada. La intensidad de la polinización depende de muchos factores y, aunque no hay evidencia completa de que dicha intensidad esté aumentando

de forma generalizada, los datos indican que es posible que la exposición al polen aumente en todo caso. A falta de un mayor número de estudios, parece que la razón es que la gente tiende a pasar más tiempo al aire libre conforme suben las temperaturas ambientales. Los efectos alérgicos producen grandes molestias respiratorias y son causa de gran discomfort para amplias capas de la población agravando los efectos del asma y otras dolencias del tracto respiratorio.

Efectos indirectos o secundarios del cambio climático.-

Como ya se mencionó anteriormente, antes de proceder a analizar su repercusión sobre la salud de la población, se va a dejar que sean los expertos de otras consejerías los que realicen un análisis de la probabilidad y la intensidad de las modificaciones que se producirán en su ámbito. Se sugiere, en todo caso, que se aborde este problema en informes de seguimiento posteriores.

En cuanto a los temas que son competencia de la Consejería de Salud y que deberán tener en cuenta los efectos del cambio climático a la hora de gestionar sus competencias, existe toda una serie de planes globales que deberán cambiar sus estrategias para adaptarse a las nuevas circunstancias. Algunos de estos cambios se deberán a cambios puramente meteorológicos: por ejemplo, el plan integral de fomento de la actividad física tendrá que tener en cuenta que un aumento de las temperaturas y de la concentración de ozono troposférico va a dificultar la realización de ejercicio físico en el exterior. No tiene por qué producirse un efecto en salud pero sí habrá que tenerlo en cuenta a la hora de planificar.

Otros de estos cambios se deberán a efectos indirectos. Por ejemplo, una modificación en la producción agrícola puede repercutir en los hábitos de consumo de la población por el aumento en los precios de determinados productos o por la desaparición de la disponibilidad de determinados alimentos frescos. Nuevamente, la salud no se va a ver seriamente dañada porque hay mecanismos de compensación pero debe tenerse en cuenta este tipo de escenario a la hora de diseñar las campañas de concienciación e información.

De acuerdo con los efectos directos considerados antes, será necesario establecer cambios en los programas de vigilancia epidemiológica (para incluir los efectos de las nuevas patologías infecciosas y las enfermedades emergentes), en seguridad alimentaria (para habilitar mecanismos que tengan en cuenta las nuevas posibilidades de afección en la cadena de alimentación), de control de la calidad del agua de consumo, de control de la calidad de aguas de baño (por la posible desaparición de playas o aguas de baño), de control de la contaminación atmosférica e incluso de reutilización de aguas residuales (menor disponibilidad de agua supondrá un mayor recurso a este tipo de opciones).

Por otro lado, será necesario revisar toda una serie de planes integrales como los que tratan los siguientes temas:

- Protección de Consumidores y Usuarios.
- Lucha frente a pacientes aquejados de enfermedades raras.
- Lucha frente a la Obesidad Infantil
- Promoción de la Actividad Física y la Alimentación Equilibrada.

- Plan Integral de lucha frente al Tabaquismo.
- Fomento del Envejecimiento Activo.
- Planes de acción en salud a nivel local.
- Cardiopatías y otras enfermedades vasculares.
- Plan Integral contra la Diabetes
- Enfermedades relacionadas con la oncología.
- Accidentabilidad general

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD E IMPACTOS

Introducción y metodología.-

Adaptación y vulnerabilidad de un sistema.-

Según la metodología de estudio del IPCC (2001), la adaptación es el conjunto de iniciativas y medidas llevadas a cabo para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de una amenaza, en este caso se trataría del cambio climático. El objetivo del Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático y sus planes sectoriales es el establecimiento de este conjunto de iniciativas y medidas (medidas de adaptación). Para ello, es necesario analizar la vulnerabilidad y conocer los impactos asociados al cambio climático de cada uno de los sectores de interés, en este caso, en el sector Salud en Andalucía.

Partiendo de la caracterización climática de la región que se expone en el apartado anterior y siguiendo la metodología planteada en el Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático, el presente trabajo desarrolla dos objetivos fundamentales: por un lado, un **análisis de la vulnerabilidad** del sector Salud frente al cambio climático y por otro, plantear una serie de **medidas de adaptación** para el sector.

En 2001, el IPCC expone la siguiente definición de vulnerabilidad en el contexto del cambio climático: “Vulnerabilidad es el grado en que un sistema, subsistema o componente de ellos es susceptible o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y fenómenos extremos”.

En base a esta definición, se puede decir que los estudios de vulnerabilidad proporcionan una idea de la susceptibilidad o predisposición intrínseca que poseen los elementos expuestos a un peligro a sufrir un daño o una pérdida,. Además, introduce también la necesidad de llevar a cabo medidas de adaptación siempre y cuando se demuestre la incapacidad del sistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio climático.

Para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas se ha aplicado una metodología que se basa en la desarrollada por el propio panel IPCC (2001) y en los trabajos presentados por Schröter y colaboradores (2004). La vulnerabilidad, entendida como una medida del daño potencial que se genere en el futuro, puede descomponerse en los siguientes tres elementos:

El primero se denomina **exposición** y trata de reflejar el grado en que un sector o sistema puede verse afectado por los estímulos externos que actúan sobre el mismo, es

decir, la existencia de mecanismos que transformen las modificaciones de los parámetros climatológicos en afecciones a los determinantes en salud. Los estímulos asociados al cambio climático son principalmente la modificación de temperaturas, precipitaciones, vientos (en dirección e intensidad), elevación del nivel del mar, frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos como lluvias de gran intensidad o periodos de sequía, etc.

El segundo se denomina **sensibilidad** y hace referencia al grado de afectación del sector, es decir a la intensidad en que los determinantes en salud se ven alterados ante una modificación de los parámetros meteorológicos antes listados. Cuanto más sensible es un sistema, mayor es la respuesta adversa ante el cambio que se produce. Esta es una característica que afecta tanto al sistema como al estímulo externo ya que mide la relación existente entre ellos.

El tercero se denomina resiliencia o capacidad de adaptación y hace referencia a la habilidad que posee un sector para autorregularse de forma que se adapte a las nuevas condiciones que han surgido como consecuencia de las modificaciones inducidas por el cambio climático. Esta adaptación puede tomar diversas formas entre las que se encuentran la reducción de los daños potenciales, el aprovechamiento de nuevas oportunidades o la modificación activa de la exposición o la sensibilidad anteriormente definidas. En definitiva, mide el grado en que el sistema está preparado para afrontar la exposición al cambio climático.

La mayor parte de los estudios de vulnerabilidad revelan la dificultad de evaluar cualquiera de los tres elementos y, en particular, la capacidad de adaptación, debido a la complejidad de los factores que intervienen en el proceso así como las importantes incertidumbres en la evolución del contexto físico, social, ambiental y económico en que se encuentra el sector.

Relacionado con este esquema metodológico adoptado, el estudio realizado para la Unión Europea *Design of guidelines for the elaboration of regional climate change adaptation strategies [Ribeiro et al, 2009]* utiliza la siguiente relación entre los elementos anteriormente explicados:

Vulnerabilidad = Función [exposición (+); sensibilidad (+); capacidad de adaptación (-)]

Una gran parte de los análisis de vulnerabilidad se construye analizando estos tres términos aunque en alguno de ellos se agrupan los términos de exposición y sensibilidad diferenciando entre vulnerabilidad bruta y neta. La diferencia entre ambas vulnerabilidades la da precisamente la capacidad de adaptación del sistema.

Análisis de la vulnerabilidad bruta.-

El análisis de la vulnerabilidad bruta consistirá en el estudio de la sensibilidad del sector a las modificaciones inducidas por el cambio climático y de la exposición de la salud de las personas a este tipo de modificaciones. El procedimiento se llevará a cabo en dos etapas claramente delimitadas. En una primera etapa se debe realizar un análisis cualitativo de la situación en el que se tratarán de identificar los posibles mecanismos mediante los cuales una modificación en parámetros climatológicos puede inducir una afección en la salud de la población. En la segunda se tratará de cuantificar dichas afecciones o, al menos, evaluar la gravedad de las mismas.

Las relaciones entre el clima y la salud humana, que deben constituir el primer paso de este análisis, se han analizado en un capítulo anterior. Este análisis se ha

realizado usando técnicas que se agrupan bajo el nombre genérico de evaluación de impacto en salud. Adicionalmente se ha usado como apoyo una serie de estudios realizados por otros organismos internacionales que describen este mismo proceso para otros lugares y/o regiones. A través de esta serie de técnicas, pues, se han conseguido identificar aquellas interrelaciones entre los parámetros del clima y las posibles repercusiones para la salud de la población.

Cuando se trata de cuantificar o caracterizar las afecciones es preciso recurrir a otro tipo de herramientas, en particular, la de evaluación de riesgos. Para esta herramienta, a diferencia de la evaluación del impacto en salud, existe un amplio consenso respecto tanto a las etapas de que consta como el contenido que deben tener dichas etapas [Gothenburg consensus, 1999]. Así, la primera etapa consistirá en la identificación de las situaciones que pueden suponer un peligro para la población a los niveles en que se encontrarán en el medio como consecuencia de las modificaciones inducidas por el cambio climático.

Seguidamente se tratará de caracterizar dichos niveles de peligro analizando las propiedades de dichos contaminantes y/o situaciones que pueden hacerlos peligrosos para la salud y buscando niveles de referencia internacionales que permitan cuantificar dicho peligro. En general, se tratará de reflejar en la medida de lo posible las posiciones que conforman el consenso científico al respecto: dicho consenso reflejará la posición común de la comunidad científica sobre cada tema en particular.

A continuación se evaluará la exposición de la población a dicho peligro. Para ello se estudiarán las rutas y las vías de exposición y se diseñarán mecanismos para cuantificarla. Una vez que se tengan todos estos datos, se podrá comparar los niveles a que se ven sometidos los habitantes de la zona con los estándares internacionales que relacionan la relación dosis-respuesta y sacar conclusiones al respecto. Estas conclusiones deberán versar sobre el nivel de riesgo [Hardy y cols, 2007] al que se ve sometido la población.

El procedimiento se completará con la redacción de un apartado que contenga el conjunto de medidas previstas para la adaptación dejando para apartados posteriores el análisis crítico sobre su viabilidad y efectividad contrastando con los medios materiales y económicos que se destinan a su desarrollo. El objetivo es cuantificar si se van a alcanzar los objetivos de minimización de daños y en qué plazo, hasta determinar qué tipo de medidas serían las más convenientes para garantizar el nivel de salud adecuado para el conjunto de la población.

Capacidad de adaptación. Medidas-

La capacidad de adaptación difiere de un sistema a otro e incluso presenta variaciones dentro del mismo sistema en función de las condiciones externas, de la intensidad del cambio que se produce o de la extensión de tiempo en que se verifica el cambio al que hay que adaptarse.

Particularizando para los sistemas sociales, estos tienen la ventaja de que la adaptación puede planificarse de forma centralizada, como es el caso de todos estos sectores incluidos dentro del Plan de Adaptación al Cambio Climático impulsado por la Junta de Andalucía.

Obviamente cada sector o sistema requiere de un conjunto de medidas de adaptación diferente en razón de las diferentes opciones y posibilidades del mismo, así como la magnitud y sentido de las potenciales afecciones al mismo. Tampoco conviene olvidar que no todas las respuestas adaptativas van a provenir de una planificación consciente y habrá que tener en consideración la posible aparición espontánea de medidas de adaptación por parte de las personas implicadas.

Sea cual sea el origen de las medidas, habrá unas que surjan como respuesta a los cambios que se han observado y otras que se realizan de forma preventiva, atendiendo al principio de precaución. Este plan debe centrarse en este último tipo de medidas, es decir, las que se planifican de forma consciente por parte de las autoridades y en base al principio de prevención teniendo en cuenta las proyecciones realizadas en los diferentes escenarios climáticos del futuro.

La adaptación planificada posee la ventaja de que es capaz de minimizar los daños potenciales y simultáneamente maximizar las oportunidades de mejora a través de la identificación y evaluación de alternativas. En este sentido, resulta de vital importancia que todas las medidas identificadas cuenten con un estudio de viabilidad económica integral que facilite la toma de decisiones, tanto en términos de opciones elegidas como en plazos de implementación.

Para asegurar la elección de las mejores opciones adaptativas deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Minimizar los daños o pérdidas.
- Maximizar las oportunidades y/o ganancias
- Minimizar los costes en caso de elección de una alternativa incorrecta.
- Minimizar el tiempo de obtención de resultados.
- Minimizar en lo posible las modificaciones respecto del sistema inicial.

Para la identificación de las medidas respecto de las que realizar la selección no existen criterios claros y depende mucho de las opciones y recursos disponibles del sistema, así como de la magnitud y naturaleza de los cambios que amenazan al mismo. Como resumen se puede decir que, de forma teórica es posible realizar una clasificación cualitativa de las diferentes clases de medidas de adaptación en función del mecanismo mediante el que pretenden que el sistema responda a los estímulos externos. Son los siguientes:

Soportar el daño: sucede cuando el sistema no cuenta con recursos suficientes como para responder al cambio o los costes de la adaptación se consideran demasiado elevados en relación a los daños previstos. Se produce una disminución del bienestar pero globalmente se considera como la opción que minimiza dicha disminución.

Compartir el daño: sucede cuando el sistema no cuenta con recursos suficientes como para eliminar el daño pero minimiza sus efectos parcialmente. Por ejemplo, se trataría de operaciones de reconstrucción o rehabilitación mediante inversión pública o a través de seguros u otras formas de financiación privadas.

Modificar o contener la amenaza: sucede cuando el sistema dispone de recursos suficientes como para modificar las circunstancias de forma que se evitan las consecuencias que podían derivarse del cambio. Por ejemplo, sería el caso de la realización de infraestructuras del tipo de presas o diques que servirían para contener la subida del nivel del mar o el efecto de las inundaciones.

Prevenir los efectos del daño: sucede cuando el sistema dispone de recursos y los emplea para crear una situación diferente a la anterior en la que el daño se subsana a través de otras condiciones artificialmente creadas. Un ejemplo se produce cuando en agricultura se hace frente a la escasez de lluvias mediante riego artificial o a la presencia de plagas con sistemas de control de enfermedades.

Adaptación “in situ” a las nuevas condiciones: sucede cuando el sistema modifica su operativa interna de forma que pueda aprovecharse de las nuevas condiciones existentes. Sería el caso de una especie depredadora que modifica sus hábitos alimenticios al desaparecer una especie de la que se alimentaba.

Adaptación mediante un cambio de localización: sucede cuando el sistema modifica su operativa interna mediante un traslado de localización que le permita funcionar en una zona en la que se mantengan las anteriores condiciones, por ejemplo un traslado a zonas que mantengan una menor aridez.

Promover la investigación: no se trata realmente de medidas paliativas o que tienen un efecto directo en la reducción de los daños pero sí que permiten descubrir nuevas técnicas o métodos de adaptación, así como el cálculo de la alternativa más eficaz para hacer frente a los cambios que se han producido.

Promover la educación, información y cambio de comportamiento: en el mismo estilo que la opción anterior, se trata de aquellas acciones que permiten la difusión de los conocimientos adquiridos de forma que se facilita la toma de decisiones sobre las mejores estrategias de adaptación disponibles.

Análisis de las afecciones a la salud.-

Finalmente se pasan a analizar las afecciones directas para la salud que fueron detectadas en un capítulo anterior. Para cada una se intentará evaluar la gravedad del riesgo vinculada a los distintos escenarios climáticos y, en la medida de lo posible, se analizarán posibles medidas correctoras y su relación entre costes y beneficios.

En todo caso, conviene dejar claro desde el principio la enorme dificultad de evaluar las repercusiones del cambio y la variabilidad del clima en la salud humana ya que hay varias cuestiones fundamentales que complican la tarea:

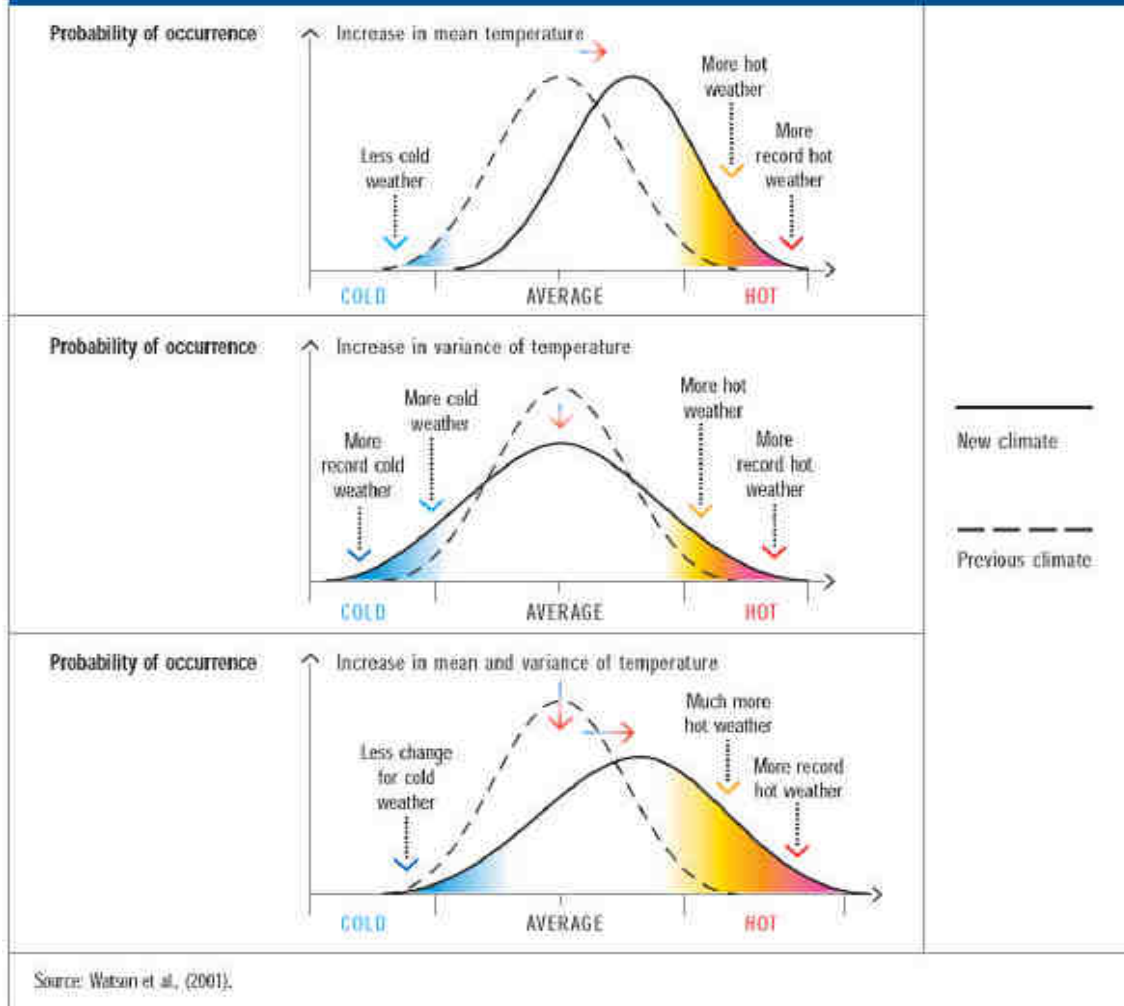
- Las influencias del clima se ven moduladas a menudo por interacciones con otros procesos ecológicos, condiciones sociales y políticas de adaptación. Al buscar relaciones causa-efecto entre los fenómenos observados debe procurarse en todo caso encontrar un equilibrio entre la complejidad del mismo y la necesidad de simplificar el modelo.
- Existen muchas incertidumbres científicas y contextuales en este tema que se intentan soslayar a través del recurso al concepto de los grados de confianza que se aplican a cada una de las afirmaciones realizadas. Uno de los principales factores de incertidumbre es el hecho de que no existen poblaciones de control, ya que todas sufren los efectos de la variabilidad climática en diferentes grados.
- El cambio climático es uno de los diversos cambios ambientales concurrentes a escala mundial (cambio global) que afectan simultáneamente a la salud humana. Por ejemplo, la movilidad de vectores puede estar causada tanto por el cambio de ecosistemas debido a la modificación del clima como a la mayor movilidad de población causada por la globalización.

Análisis de la vulnerabilidad frente a las variaciones de temperatura.-

Cambios en la morbi-mortalidad relacionados con la temperatura.-

Como hemos visto en el apartado de escenarios climáticos existe una alta probabilidad de que el cambio climático traiga consigo en Andalucía una serie de alteraciones que incluyen el incremento de las temperaturas medias. Más importante aún, aunque no se dispone de suficientes datos es la probabilidad de que se produzca un incremento en la frecuencia de días clasificados como “extremadamente calurosos” (ver figura x). La razón es que la morbi-mortalidad asociada a la temperatura está más directamente relacionada con los picos de calor que no con las temperaturas medias, según veremos más adelante.

Fig. 5.2. Climate change and changes in the distribution of daily temperatures



La preocupación por los efectos causados por las olas de calor y su posible incremento como consecuencia del cambio climático es muy elevada. Por eso, son numerosos los estudios epidemiológicos, que a través de la OMS y la Unión Europea principalmente, mediante sus respectivos proyectos, se están llevando a cabo para ahondar en los efectos sobre la salud del incremento global de las temperaturas y la frecuencia de las olas de calor. Eso nos permite tener una buena base sobre la que efectuar nuestras previsiones y el diseño de medidas correctoras.

Como también se ha mencionado ya, está prevista la tendencia contraria en cuanto a las olas de frío. De hecho, en cuanto a los días clasificados como “extremadamente fríos”, cabe esperar que su probabilidad de ocurrencia disminuya; por esta razón el presente documento se centra fundamentalmente en la evaluación de la vulnerabilidad y análisis de impactos de las “olas de calor” aunque pueda llegar a analizar, de igual modo, algunos aspectos de las “olas de frío”.

Las proyecciones más relevantes señalan que con alta seguridad se va a producir una elevación de las temperaturas medias, que esa elevación será mayor en verano que en invierno y que será más acusada en los lugares que ya padecen hoy día los picos de temperatura más altas. Eso quiere decir que es probable que se incrementen los fenómenos extremos de olas de calor, una circunstancia que de hecho se viene observando ya en las pasadas décadas.

En efecto, el número de olas de calor se ha ido incrementado en los últimos años, sobre todo durante la década de los 90; dicho incremento ha sido más acusado en las regiones del interior que en aquellas más próximas al litoral. En la literatura científica se muestra una evolución del número de olas de calor según Yagüe *et al.* (2006), en Granada y Sevilla. La serie de datos no es completa, aunque no obstante, se puede apreciar claramente la enorme diferencia de las décadas anteriores a 1990, con ésta. En cuanto a la década actual, se muestran los datos hasta 2003, y se puede observar cómo la tendencia es claramente alcista.

	NUMERO DE OLAS DE CALOR							
	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2003
Granada	0	0	8	12	4	9	24	7
Sevilla	0	0	4	5	0	7	26	8

Figura10 : Olas de calor por década en ciudades andaluzas. Fuente, Yagüe et al.

No obstante, antes de analizar en profundidad los resultados de la tabla, conviene señalar que hasta la fecha no se ha llegado a un acuerdo sobre una definición estándar de ola de calor, por lo que en la bibliografía se han utilizado diferentes definiciones.

La Organización Mundial de la Salud define “*ola de calor*” como un “*recalentamiento del aire, de un periodo caracterizado por temperaturas anormalmente elevadas o de una invasión de aire muy caliente*”. De esto se deduce que algunas características esenciales de las olas de calor es la observación de temperaturas anormalmente cálidas con respecto a la época considerada, a su persistencia en el tiempo y a unas temperaturas mínimas elevadas.

No existe por lo tanto una definición internacional para “ola de calor” o canícula, sino definiciones prácticas dadas por los servicios meteorológicos regionales y más bien, orientadas a los sistemas de alerta. En Andalucía la Consejería de Salud tiene definido también un sistema de alerta temprana con la siguiente caracterización para la identificación de las olas de calor.

El principal criterio a tener en cuenta es el periodo en que se verifica la superación de una cierta temperatura umbral (tanto máxima como mínima). La temperatura umbral se obtiene a partir del análisis de las variables climatológicas y sanitarias que se han estudiado en series históricas de nuestro país y con la ayuda de diversos estudios de corte epidemiológico.

Se establece como temperatura umbral para cada provincia el percentil 95 de la serie histórica de temperaturas que corresponda. La diversidad climática de la región es importante ya que el valor umbral máximo puede alcanzar 41,2 ° C en Córdoba pero es solo de 32,4 ° C en Cádiz.

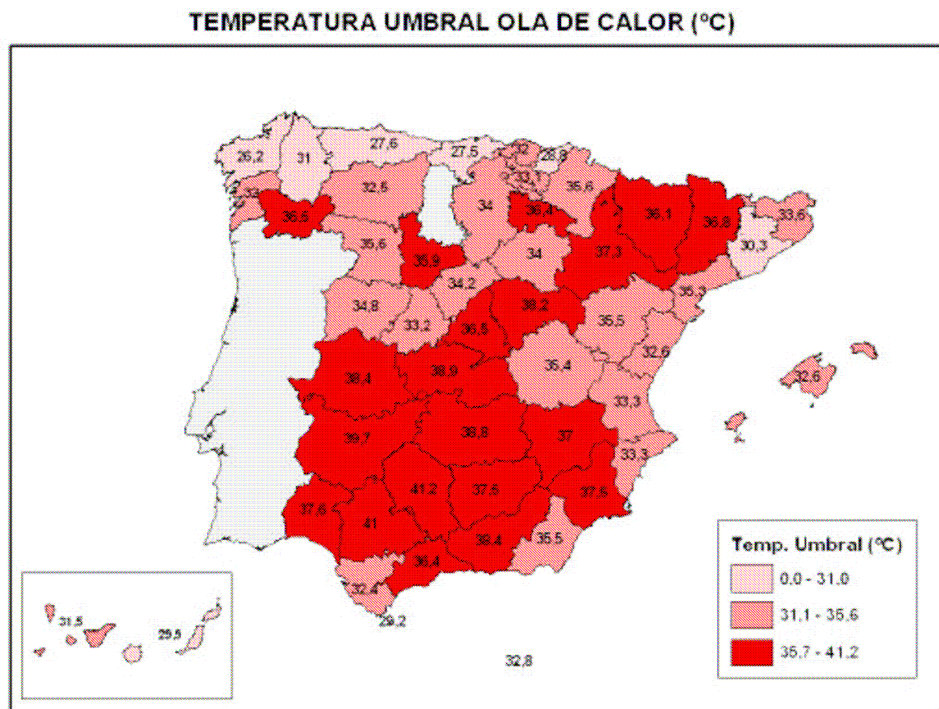


Figura 11 : Temperaturas máximas umbral para considerar ola de calor en España.

En base a las temperaturas umbrales máximas y mínimas establecidas, las temperaturas observadas en los cinco últimos días y las predicciones de los próximos cinco días facilitadas por la Agencia Española de Meteorología se definen cuatro niveles de alerta, de los cuales solo los dos últimos pueden ser considerados como de auténticas olas de calor.

Si el número de días en que las temperaturas máxima y mínima previstas rebasan simultáneamente los valores umbrales de referencia respectivos es cero, el índice es “0”, se considera que hay ausencia de riesgo y se representa con un color verde en la información que se facilita al público.

Si el número de días en que la temperatura máxima y mínima prevista conjuntamente con las observadas en los días previos rebasan simultáneamente los valores umbrales de referencia es uno o dos, se considera que el nivel de riesgo es bajo o “NIVEL 1” y se representa con un color amarillo.

Si el número de días en que la temperatura máxima y mínima prevista conjuntamente con las observadas en los días previos rebasan simultáneamente los valores umbrales de referencia es tres o cuatro, se considera que el nivel de riesgo es medio o “NIVEL 2” y se representa con un color naranja.

Si el número de días en que la temperatura máxima y mínima prevista conjuntamente con las observadas en los días previos rebasan simultáneamente los valores umbrales de referencia es mayor de cuatro, se considera que el nivel de riesgo es alto o “NIVEL 3” y se representa con un color rojo.

La exposición a elevadas temperaturas provoca efectos directos en el organismo. De menor a mayor gravedad se pueden incluir el stress por calor (molestias y tensión psicológica en su mayor parte), el agotamiento por calor (debilidad y malestar, dolor de cabeza y posibilidad de fiebre elevada) y por fin el golpe de calor (disfunciones del sistema nervioso central que resulta en delirio, convulsiones, coma o incluso la muerte). Los problemas se incrementan cuando hay dificultades adicionales en el sistema

termorregulador como pasa en pacientes de elevada edad, infantes, diabéticos y consumidores habituales de medicamentos anticolinérgicos o barbitúricos.

Para evaluar la mortalidad asociada a episodios de calor, la metodología más comúnmente empleada es el cálculo de la denominada “mortalidad en exceso”. El cálculo de la “mortalidad en exceso” se calcula restando a la mortalidad observada la esperada. La “mortalidad esperada” es calculada usando varias medidas, incluyendo medias móviles y medias de períodos de tiempo similares de años previos. Las estimaciones son por lo tanto, muy sensibles al tipo de método empleado para el cálculo de la “mortalidad esperada”.

El exceso de mortalidad se ha asociado en todo caso a periodos de tres o más días consecutivos de temperaturas no habituales y su efecto se puede observar en el mismo día o con un retraso de hasta tres días después del incremento de temperaturas. Existen numerosos estudios que permiten estimar la mortalidad y morbilidad asociadas a olas de calor, en especial después del fenómeno mediático que se produjo en el verano de 2003 con un incremento de la mortalidad generalizado en toda Europa Occidental y especialmente notable en Francia.

En España se estima que produjo entre 3.000 y 4.000 muertes en exceso (muertes esperadas basadas en la serie de datos de 1996-2002 y 1990-2002, frente a las muertes observadas para el período de junio a agosto de 2003 (Simón *et al.*, 2005). Esta ola de calor supuso un incremento de la tasa de mortalidad de junio a agosto, de entre un 7 y un 10 % para toda España.

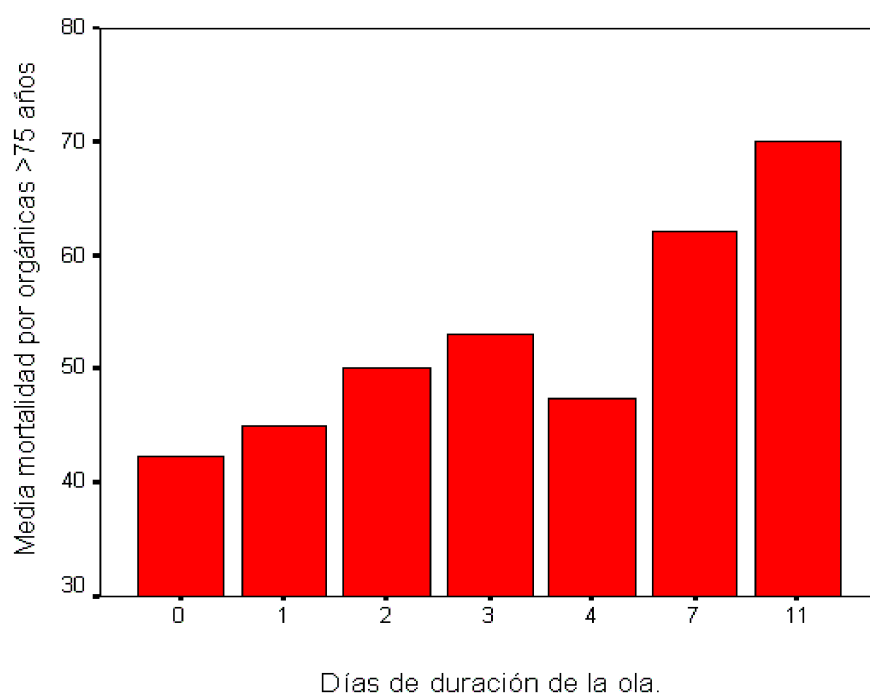


Figura 12 : *Mortalidad media diaria por todas las causas, excluidos accidentes (“orgánicas”) en varones mayores de 75 frente al días de duración de la ola de calor. Fuente Diaz et al, 2004*

Otros factores interesantes para estimar el incremento de mortalidad son la duración de la anomalía térmica y la presencia de grupos de especial sensibilidad. En el primer caso, algunos autores (Nakai et al., 1999) sostienen que una mayor duración de la ola de calor tiene un mayor efecto sobre la mortalidad. La Figura 12 muestra un diagrama de barras en el que se representa la variable “duración de la ola de calor”

frente a la mortalidad media diaria en el grupo de mayores de 75 años en España, por todas las causas. En esta figura se muestra el efecto acumulativo sobre la mortalidad de valores extremos mantenidos en el tiempo, es decir, a medida que más días dura la ola, mayor es el efecto sobre la mortalidad.

Colectivos de especial vulnerabilidad.-

En cuanto a la sensibilidad de determinados grupos poblacionales se sabe que en Madrid [Díaz et al, 2002] la mayor relación entre días extremadamente calurosos y mortalidad se da en mujeres mayores de 75 años en general y en hombres por encima de 75 años por causas respiratorias. En cambio, no se detectó ninguna asociación estadística significativa entre días extremadamente calurosos y sobremortalidad infantil en niños menores de 10 años.

Ahondando aún más en cuanto a la sensibilidad de determinados grupos poblacionales se sabe que en Sevilla [Díaz et al, 2002] la mayor relación entre días extremadamente calurosos y mortalidad se da en hombres y mujeres mayores de 75 años en general y en mujeres por encima de 65 años por causas circulatorias. En este caso se aprecia que la incidencia es mayor en mujeres que en hombres; las causas cardiovasculares prevalecen en las mujeres y las respiratorias en los hombres.

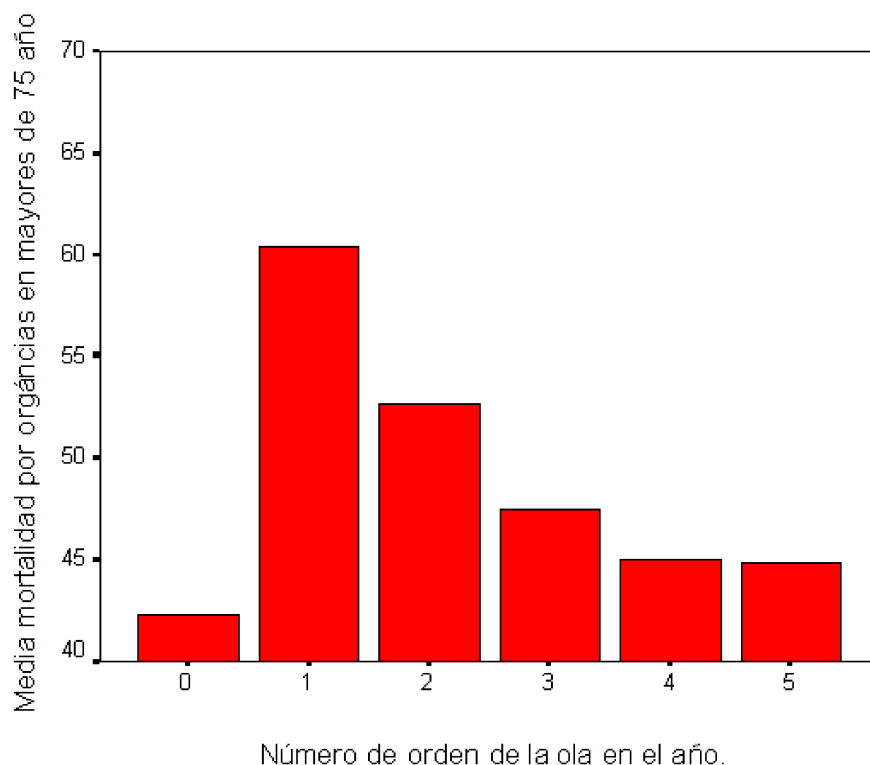


Figura 13: *Mortalidad media diaria por todas las causas, excluidos accidentes (“orgánicas”) en varones mayores de 75 frente al número de orden de la ola en el año. Fuente Díaz et al, 2004.*

Finalmente, hay que tener en cuenta otro tipo de factores entre los cuales quizá el más importante es el efecto que causa la acumulación de fenómenos extremos separados. En la figura x se pone de manifiesto que la primera ola de calor que se produce en el año es la que mayor efecto tiene sobre la mortalidad. Esto puede deberse a dos factores:

1. La aparición de la primera ola de calor del año puede llegar cuando las personas aún no están aclimatadas previamente a esas temperaturas; o bien,

2. Debido al mayor número de personas susceptibles que existen en la primera ola de calor y que fallecen, ya no se dan en las sucesivas, es decir, el denominado “efecto siega”.

En este sentido también habrá que valorar el hecho de que si la subida de temperaturas se va produciendo de forma espaciada en el tiempo habrá que ir subiendo el nivel de temperatura umbral si se observa que las personas son capaces de irse aclimatando a estas nuevas condiciones climatológicas, lo que por lo menos es razonable que ocurra en aquellos lugares en España que tienen temperaturas umbral en niveles relativamente bajos para el conjunto de la población.

Por otro lado, a la hora de evaluar la incidencia de las temperaturas sobre el comportamiento de la mortalidad deben considerarse conjuntamente con la temperatura umbral y su duración, otros factores no asociados de manera directa al cambio climático, pero que también tienen una influencia determinante. Se trata de factores personales, ambientales, laborales, sociales o incluso locales.

Aparte de las condiciones de salud antes mencionadas existen otros factores personales como el abuso de alcohol u otras drogas o trastornos mentales, de la memoria, dificultades de comprensión o de orientación o poca autonomía en la vida cotidiana. Entre los factores sociales y/o laborales destacan la soledad, la pobreza que se traduce en malas condiciones de habitación, contaminación ambiental, exposición excesiva al calor por razones laborales o de hábitos deportivos y el hecho de vivir en ambientes muy urbanizados que dificultan la evacuación del calor.

Si bien se puede considerar que los factores anteriores actúan de forma general existe una serie de factores locales que pueden llegar a ser también decisivos ya que condicionan la temperatura de confort, las temperaturas locales a considerar y finalmente la magnitud del impacto ya que son factores locales la demografía, incluyendo la distribución de la pirámide de población, la medida en que las personas se adaptan al clima local y el equipamiento doméstico que viene marcado por el nivel medio de renta de la zona.

La vida en las grandes ciudades representa en sí un gran riesgo por el efecto que tienen los desarrollos urbanos en el microclima local y la contaminación atmosférica. Todo esto da lugar al llamado efecto de isla térmica que se debe entre otros a la inercia térmica de los materiales artificiales, la dificultad de evacuación de calor por procesos convectivos ante la acumulación de edificios y la emisión de calor antrópico (tráfico, combustiones de todo tipo, acondicionadores de calor, etc).

La intensidad de este fenómeno es máxima durante la noche y en situaciones de cielos despejados y con vientos flojos. Este hecho es relevante porque eleva notablemente la temperatura nocturna aumentando el número de noches tropicales, que son las que tienen una temperatura mínima por encima de 20 ° C según la terminología de la Agencia Estatal de Meteorología.

Según los factores de vulnerabilidad expuestos anteriormente, el colectivo más vulnerable a las olas de calor lo representarían las personas mayores que viven en ciudades grandes por la mayor presencia del efecto isla y de los niveles de contaminación atmosférica, si bien no convendría desechar a los habitantes de zonas en las que se han realizado planes de mejora de la calidad del aire.

Evaluación de la vulnerabilidad.-

Para la evaluación de la vulnerabilidad, se debería considerar la temperatura umbral actual y la proyección de temperaturas máximas diarias en el verano de 2050

(modelo ECHAM escenario A2, elaborado por el INM). Este análisis tiene un carácter prospectivo e incorpora las incertidumbres descritas en apartados anteriores, tales como la adaptación fisiológica de la población a umbrales más elevados, la evolución de los escenarios socioeconómicos o la situación de los servicios sanitarios en este escenario futuro.

De este modo, se deberían tomar en consideración las siguientes variables:

- La población de mayores de 65 años en valor absoluto.
- N° de días, en los que la temperatura máxima proyectada para el verano de 2050 y para el escenario A2 con el modelo climático ECHAM, supere la temperatura umbral actual establecida para los observatorios de las capitales de provincia

No obstante, nos parece evidente que la simple proyección de las temperaturas máximas en escenarios futuros no es suficiente para obtener un análisis realista del impacto sobre la salud de las temperaturas extremas. Según el estudio de García Herrera *et al.* (2005), un análisis adecuado de este tipo de episodios requeriría tomar en consideración aspectos tales como:

- Distribución de las temperaturas extremas, en tanto que son estas temperaturas las que determinan la temperatura umbral a la que se manifiesta el efecto estudiado y la magnitud del impacto.
- Consideración de los escenarios socio-económicos, que determinan la accesibilidad a equipamientos domésticos tales como el aire acondicionado.
- Consideración de los escenarios demográficos, especialmente la proporción de mujeres mayores de 65 años.
- El análisis de las condiciones meteorológicas locales frente a los patrones de condiciones sinópticas generales, que posibilitaría un mayor “downscaling”.
- Tomar en consideración la mitigación en los efectos, debido a los mecanismos de aclimatación, relacionados en gran medida con la “velocidad” en el cambio de temperatura.

Como no se dispone de todos esos datos lo que nos queda por hacer es realizar una evaluación cualitativa.

Las conclusiones que se pueden obtener son que existe una alta probabilidad de que se agraven las patologías que son consecuencia directa de la elevación de las temperaturas máximas y mínimas y de los efectos de las olas de calor, que esta probabilidad es máxima en zonas del interior y en población de mayor de 65 años. Según las previsiones este tipo de población será proporcionalmente más numerosa en el año 2050 de lo que lo es ahora.

En general, los efectos más acusados se van a producir en las capitales de provincia y en los municipios con mayor población por el efecto de isla de calor y también porque, en general, en ese tipo de poblaciones es más probable que se produzcan situaciones de desamparo de personas ancianas que no tengan a nadie que se ocupe de ellas de forma continua.

De acuerdo con los censos actuales y las estimaciones de crecimiento de la población, el público al que pueden ir destinadas este tipo de medidas no será en ningún caso inferior al medio millón de personas. No es posible afinar más en cuanto al grado de confort de que disfruta este colectivo pues no existen estadísticas fiables al respecto en las que se tenga en cuenta la edad como variable de control. En todo caso, a fecha de hoy puede asumirse que una gran parte de esas personas pueden llegar a contar con equipos de aire acondicionado en su residencia.

Teniendo en cuenta estas circunstancias se considera necesaria la planificación de medidas correctivas de este fenómeno, si bien como se trata de un fenómeno ya existente y que solo tiende a agravarse, en general consistirán en una ampliación de los

protocolos puestos en marcha en estos momentos. Este tipo de medidas serán discutidas en el apartado siguiente.

Medidas correctoras.-

El primer grupo de medidas a tomar son obviamente las de alerta a la población. Hoy en día se dispone de sistemas de predicción meteorológica de bastante fiabilidad y es posible avisar a la población de un fenómeno extremo con cierta antelación (al menos dos o tres días). De hecho, este sistema es usado a menor o menor escala en diferentes países de nuestro entorno.

Por ejemplo, el ya existente *“Plan andaluz de prevención contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud”* es el desarrollo territorial autonómico del *“Plan Nacional de acciones preventivas contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud”* y es, por tanto, una concreción del mismo en el desempeño de sus competencias y en función de sus recursos y organización político-administrativa.

La estrategia del Plan está basada en las siguientes actividades:

1. Predicción de la ocurrencia de las olas de calor a partir de la información facilitada por la Agencia Española de Meteorología. Definición de los grupos de riesgo potenciales y definición de alertas por exceso de temperatura.

2. Información anticipada a los Organismos implicados, profesionales sanitarios y de los Servicios Sociales, y población general, sobre el Plan, los efectos del calor excesivo y las situaciones calificadas como alerta, que se produzcan. Integrarlo en un Plan de Comunicación.

3. Coordinación con las administraciones y entidades públicas y privadas competentes en la identificación, seguimiento y atención de los grupos de riesgo establecidos. Implantación de un Sistema de Información y Vigilancia.

4. Alerta en su caso de los dispositivos asistenciales, tanto de atención primaria como hospitalaria.

5. Sistema de información sobre morbilidad atendida y mortalidad.

Resulta fundamental tener en cuenta que estos planes de prevención deben realizarse en base a las verdaderas temperaturas de disparo de la mortalidad para cada provincia y no apoyándose en parámetros climatológicos exclusivamente. Además, si se quiere evitar la mortalidad, deben implementarse uno o dos días antes de que se prevea que va a producirse la ola de calor y alertar no sólo a los hospitales, sino también, y de manera fundamental, a los servicios de atención social.

Según el *“Plan de Alta Frecuentación en Centros Sanitarios 2011”* (Consejería de Salud, 2011); en función de las temperaturas umbrales máximas y mínimas establecidas y la predicción de temperaturas máximas y mínimas a cinco días, además de la consideración de la persistencia como factor de riesgo, la asignación de los niveles de alerta sanitaria se realiza utilizando los siguientes criterios:

a) Si no existe ningún día en el que las temperaturas máximas y mínimas previstas rebasen simultáneamente los valores umbrales de referencia, el índice es “0”. El nivel asignado se denomina “NIVEL 0” o de ausencia de riesgo.

b). Si el número de días es uno o dos, los índices son respectivamente “1” y “2”. El nivel asignado se denomina “NIVEL 1” o de bajo riesgo.

c). Si el número de días es tres o cuatro, los índices son respectivamente “3” y “4”. El nivel asignado se denomina “NIVEL 2” o de riesgo medio.

d). Si el número de días es cinco, el índice es “5”. El nivel asignado se denomina “NIVEL 3” o de alto riesgo.

Como resumen, mencionar que las actuaciones llevadas a cabo dentro de este Plan son las siguientes:

§ Alertar con antelación a las unidades participantes, en especial centros sanitarios y servicios sociales, de la aparición de posibles olas de calor, catalogadas según su duración, para que tomen las medidas pertinentes.

§ Tener registrada y monitorizada de antemano, y de forma individual, a la población en riesgo de sufrir efectos en la salud, para actuar en consecuencia ante la gradación de estas alertas.

§ Tener catalogada como alerta en el sistema de alertas de salud pública, la defunción por golpe de calor, realizándose una encuesta epidemiológica para su confirmación.

§ Detectar a través de los registros de los centros sanitarios, empresa de emergencias sanitarias y registros de mortalidad de posibles clusters, incrementos en la incidencia en la morbilidad y mortalidad relacionada con efectos directos de la temperatura extrema.

Otro grupo de medidas que se pueden tomar son las destinadas a crear ambientes que amortigüen parte de las molestias causadas por las circunstancias climatológicas. Por ejemplo, existe un gran potencial de mejora en las residencias y/o lugares públicos donde habita la población de riesgo. Sin detenernos en el acuciante problema que puede suponer la infravivienda, incluso los hábitats considerados normales pueden aislarse o mejorarse frente a las inclemencias del tiempo.

Este tipo de medidas se diferencian de las anteriores en que son medidas a largo plazo, no son para dar una respuesta inmediata al problema causado por una ola de calor. También se trata de cuestiones que escapan a las competencias de salud pública. Son otros los departamentos implicados y será necesaria la habilitación de estrategias de cooperación con otras administraciones o departamentos.

Las principales medidas están dirigidas a reducir la formación de islas de calor en ciudades y, secundariamente, a limitar otro tipo de aportes de calor de efecto antropogénico. Las medidas dirigidas a la lucha contra la concentración de calor se toman a dos niveles, al nivel de diseño de las propias viviendas y en el del urbanismo buscando ciudades que dificulten la acumulación de calor.

En todo caso, hay que realizar un análisis global que no se limite a los efectos más perjudiciales de las islas de calor, es decir, hay que tener en cuenta que la acumulación artificial de calor puede ser positiva en invierno porque permite reducir el coste de luchar frente a las condiciones de frío. Hay que realizar, por consiguiente, un balance entre los beneficios y perjuicios de adoptar este tipo de medidas.

En cuanto a la forma de diseñar ciudades que dificulten la formación de islas de calor, las dos medidas principales consisten en alterar el albedo de la ciudad (de forma que un aumento del albedo permita disipar de forma más eficiente la insolación que se recibe) y por otra facilitar la renovación de aire que impida una concentración del calor en las capas bajas de la atmósfera urbana. Esto es especialmente importante de noche cuando es posible encontrar esas masas de aire más fresco en las cercanías de la ciudad.

En todo caso, la mayor parte de las ciudades europeas ya están construidas y resulta ilusorio pensar que se pueden tomar este tipo de medidas a gran escala. Quedan no obstante algunas opciones en la forma de renovaciones urbanas o en los nuevos barrios que se construyen.

La mejor forma de conseguir este objetivo es, por supuesto, la apertura de espacios abiertos y el recurso a una buena orientación en la trama urbana. Es posible crear muchas zonas de sombra si los edificios se disponen de forma inteligente. La apertura de espacios además contribuye a facilitar el movimiento del aire permitiendo un cierto alivio de las condiciones exteriores.

Además es posible alterar la forma en que responden las superficies a la insolación. La inclusión de masas de aguas, de zonas verdes abiertas, de especies de árboles seleccionadas en las calles son todas formas de crear hitos que rompen la isla de calor o que directamente evacúan calor por evaporación o respiración vegetal. En este sentido, se ha estudiado incluso cómo afecta la existencia de patios centrales en los edificios de las ciudades, ya que son zonas donde la renovación de aire se dificulta de forma extraordinaria.

Una última ventaja de este tipo de medidas es que además contribuyen a reducir los niveles de contaminación existentes en el medio urbano y con una buena planificación y explotación pueden conseguir aumentar el atractivo de la ciudad y convertirla en un motor de desarrollo económico y de mejora del bienestar de la población. La reducción de contaminación posee efectos positivos en salud en sí y es posible que también exista un efecto sinérgico con las olas de calor, en el sentido que lo que suele producirse es un agravamiento de enfermedades preexistentes, que también se ven agravados por los niveles de contaminación medidos.

La forma de implementar estas medidas queda a discreción de las autoridades competentes. Es evidente que este tipo de medidas escapan a las competencias de intervención de salud pública, que lo más que puede conseguir es instar a los organismos implicados a que realicen o incentiven este tipo de actuaciones. La primera serie de medidas es siempre la difusión de información y la concienciación de los profesionales implicados y del público que debe habitar estas ciudades. Se debe generar una conciencia ciudadana que favorezca que se produzcan este tipo de intervenciones que benefician a todos.

Más allá de estas tareas de difusión, se puede optar por un modelo de incentivos económicos o, incluso, llegar a la compulsión legal. Por ejemplo, en Alemania, la legislación urbanística regula cuestiones como la altura de los edificios, la densidad de edificación máxima, el tipo de árboles que se pueden plantar en las calles y otros aspectos relevantes como la superficie de zonas verdes a incluir por área en función de sus condiciones de habitabilidad.

En cuanto a las medidas dirigidas directamente a atenuar en el interior de los edificios los efectos de las condiciones meteorológicas existentes en el exterior, se trata más de medidas de construcción y/o diseño arquitectónico de edificios. En principio, se trata de no potenciar el uso de aparatos de acondicionamiento de aire (desaconsejados por la poca eficiencia energética que introducen en el cálculo global del consumo de energía) sino otras actuaciones constructivas (orientación, aislamiento, ventilación natural, etc).

Algunas de estas actuaciones pueden ser:

- Medidas de apantallamiento del edificio que reducen la insolación que reciben las paredes y/o ventanas.
- Cubiertas vegetales y aprovechamiento de otras barreras externas de vegetación para reducir igualmente la insolación.
- Selección de materiales de construcción que garanticen altos niveles de aislamiento térmico. Especialmente en los vanos cerrados.
- Empleo de colores brillantes y claros en todas las superficies, que aumenten la reflectividad de los rayos solares.
- Optimización de la orientación del edificio y del tamaño de las ventanas o de los vanos.
- Diseño de sistemas que faciliten la ventilación natural.

Como en el caso anterior, habrá que realizar un balance cuidadoso y tener en cuenta que algunas de estas medidas pueden ser perjudiciales para las condiciones

ambientales del invierno, por lo que será conveniente realizar un análisis de ventajas e inconvenientes al respecto.

En este análisis es importante considerar cuáles van a ser las condiciones climáticas en el futuro, por cuanto los edificios que se construyen se supone que van a tener una vida útil de varias décadas y, en consecuencia, deben tenerse en cuenta los escenarios de clima futuro a la hora de considerar las ventajas e inconvenientes del diseño elegido.

Tan importantes como estas medidas de diseño o incluso más pueden ser las medidas de operación o de uso de las instalaciones. No sirve de nada un cuidadoso diseño si luego las ventanas permanecen abiertas o si las personas eligen cocinar en medio del periodo más caluroso del día. En este sentido, la información y concienciación del público es tanto o más importante que la de los profesionales que se ocupan del diseño de los edificios.

Afortunadamente a este respecto, en Andalucía se cuenta con una importante ventaja de partida: se puede decir que gran parte de la arquitectura tradicional en Andalucía funciona según los principios bioclimáticos, ya que fue desarrollada en un tiempo en que las posibilidades de climatización artificial eran escasas y caras.

Teniendo presente este tipo de opciones de adaptación, para el caso particular de Andalucía, resultaría conveniente fomentar la proyección de nuevos desarrollos urbanos que incorporen los criterios de estos diseños urbanos tradicionales como son: las fachadas blancas, los patios interiores ajardinados, y otras estructuras arquitectónicas.

Por último, existe toda una batería de medidas destinada a reducir los aportes de calor generado por las actividades humanas y que son hasta cierto punto más evitables que las que provienen del clima. Nos estamos refiriendo a la reducción en el uso de motores de combustión, por ejemplo en vehículos y al énfasis en la eficiencia energética y la conservación de la energía. Cualquier aporte de energía innecesario al ambiente solo puede empeorar las condiciones de confort climático. En este sentido, el recurso a las energías renovables, al transporte colectivo y la mejora en la eficiencia energética de las actividades laborales o de ocio son otras medidas que pueden ayudar a reducir los riesgos relacionados con las olas de calor.

Análisis de la vulnerabilidad frente a inundaciones.-

Relación entre inundaciones y cambio climático.-

Como se ha visto en el apartado de escenarios futuros de clima se van a producir dos fenómenos que van a contribuir a que aumente el riesgo de padecer inundaciones en Andalucía. Por un lado, pese a que disminuyen las precipitaciones en su conjunto, existe una alta probabilidad de que éstas sean torrenciales cuando lleguen a producirse. Si a ello le sumamos que el desarrollo económico parece producir una reducción en la permeabilidad de los terrenos debido al cambio de usos del suelo y que las altas temperaturas van a facilitar la desertización del territorio andaluz, tenemos un escenario potencialmente peligroso.

Por otro lado, existe una evidencia bastante buena en los modelos climáticos de que se va a producir una elevación del nivel del mar que oscila entre los cuarenta centímetros y el metro en un siglo. Aunque la subida es gradual y permite la construcción de barreras de protección, esta tendencia a la elevación del nivel del mar aumentará la probabilidad de inundaciones costeras en los periodos de fuertes lluvias, especialmente con marea alta y el viento soplando hacia la costa.

Parece ser además que existe una relación directa entre la temperatura del mar y la probabilidad de que se formen tormentas y de que estas sean más intensas. En las

latitudes en las que nos encontramos la temperatura del agua no es lo suficientemente alta como para que se formen tormentas realmente destructivas (>26.5 ° C) pero es de todos conocida la actividad tormentosa que se genera en las aguas recalentadas del mediterráneo (sobre todo en costas de Valencia) en el mes de septiembre cuando la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra y la propia temperatura media del mar son elevadas. (es lo que se conoce vulgarmente con el nombre de “gota fría”).

La gota fría es un fenómeno típico del Mediterráneo, ya que el contraste térmico es mayor que en otras zonas. Es un mar que se calienta mucho en verano y que puede llegar a estar cerca de treinta grados en zonas cercanas a la costa, pero cuando llega el otoño suelen entrar bolsas de aire frío en capas altas. Al ser más ligero el aire caliente que hay sobre el Mediterráneo, éste asciende rápidamente, formando una gran borrasca.

Si en ese punto sopla viento de levante (si se forma enfrente de las costas españolas) que aporte más humedad y la empuje a tierra, es cuando desata su poder. La gota fría, al igual que los huracanes, depende del mar para obtener su energía, por lo que los mayores vientos y las mayores lluvias suelen ser en la costa, también al igual que los huracanes. La gota fría gira, pudiendo incluso intuirse un ojo en su centro en muchas ocasiones.

Por tanto, podemos decir que la **gota fría** es una masa de aire caliente que se eleva a gran altura. De esa forma se produce su rápido enfriamiento, originando grandes perturbaciones atmosféricas, lluvias muy intensas con numeroso aparato eléctrico, granizo y vientos huracanados.

La gota fría es un fenómeno meteorológico de alta peligrosidad en las zonas donde se produce. Las máximas precipitaciones otoñales en las costas del este de la península se han venido produciendo siempre durante este tipo de fenómenos, pudiendo llegar a causar severas inundaciones, erosión, numerosas víctimas y destrucciones localizadas. El viento puede llegar a más de 140 km/h en la costa causando caídas de árboles, pero en el interior amaina rápidamente de manera considerable.

La marejada resultante puede destruir playas, embarcaciones y paseos marítimos, llegando a penetrar el mar en tierra firme y llegando a destruir los locales en primera línea. Las marejadas propias de la gota fría no son tan poderosas como las de los huracanes, pero aun así pueden elevar el nivel del mar 1 metro o más tragándose playas y paseos. Los oleajes suelen superar los 4 ó 5 m de altura, con olas que sin ser muy altas albergan una gran potencia por su corta longitud de onda.

Como se ve este fenómeno depende de unas condiciones climatológicas que probablemente serán más frecuentes en el futuro clima de la península y además posee un potencial de causar daños muy importantes a infraestructuras y a la salud de las personas. Por ello, debe ser tenido en cuenta en un plan de adaptación frente al cambio climático.

Los siguientes pasos serán analizar la vulnerabilidad de la región andaluza, focalizada en dos apartados: vulnerabilidad de las zonas costeras y vulnerabilidad de las zonas de interior amenazadas por avenidas en casos de lluvias torrenciales. Está claro que la aparición de tormentas puede causar daños en ambas zonas. Seguidamente se estudiarán los potenciales efectos sobre la salud y una posible batería de medidas correctoras. Por último, se mostrarán los planes de emergencia existentes para comprobar si pueden dar respuesta a este problema futuro.

Vulnerabilidad de las costas andaluzas con la subida del nivel del mar.-

A nivel global, las inundaciones costeras asociadas a fenómenos climatológicos extremos son los incidentes que provocan una mayor mortalidad. En Bangladesh mueren 15.000 personas al año por estas causas. En un ámbito más cercano el peor

desastre natural ocurrido en tiempos históricos en Europa fueron las inundaciones en los Países Bajos y, a menor escala, en Reino Unido en 1953. En Europa este tipo de fenómenos se produce aproximadamente cada cien o doscientos años pero el cambio climático y la subida del nivel del mar pueden provocar que la frecuencia aumente en un orden de magnitud, es decir, que puedan ocurrir cada diez o veinte años.

En consecuencia, la Organización Mundial de la Salud en su oficina europea ha alertado de que una de las más graves consecuencias del cambio climático a nivel europeo puede ser el aumento de las inundaciones costeras que se producen cuando coinciden en el tiempo un fuerte ciclón con vientos que empujan hacia la costa, lluvias torrenciales y marea alta. Por ello, conviene analizar la vulnerabilidad de las costas andaluzas a este fenómeno. Seguidamente se muestra un resumen de los resultados obtenidos en diversos estudios realizados en los últimos años.

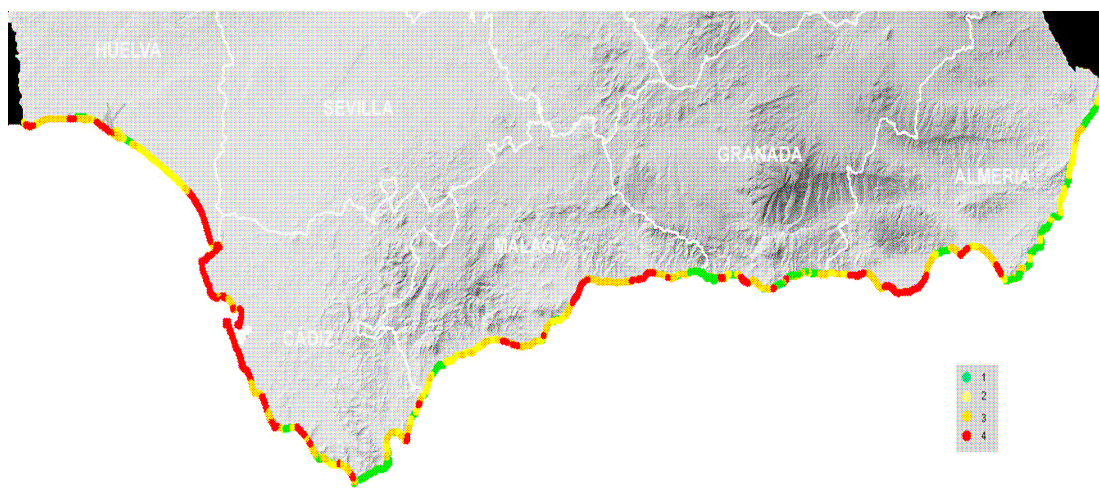


Figura 14: Representación de la vulnerabilidad de las costas andaluzas. Fuente, Ojeda Zújar et al. NOTA: Un valor más elevado indica mayor vulnerabilidad.

Unas de las metodologías más utilizadas, como una primera aproximación al cálculo de la vulnerabilidad de las costas (entendida como la sensibilidad ante un fenómeno y su capacidad de adaptación) ante la potencial subida del nivel del mar asociado al cambio climático, es el Coastal Vulnerability Index “CVI” (Gornitz et alia, 1992 y 1994; Hammar-Klose and Thieler, 2001). Se trata de un “índice o indicador integrado” calculado a partir de 6 variables (geomorfología, pendiente, tasas de erosión costera, altura del oleaje significativo, cambios del nivel relativo del mar y rango mareal medio).

Para el análisis se divide la costa en tramos de unos 200 metros de longitud. Para cada tramo se asigna a cada una de las variables un valor cuantitativo que varía entre 1 y 6 en función de su resistencia ante un cambio en el nivel del mar. La variable geomorfología, por ejemplo, se refiere a la resistencia a la erosión que presentan las diversas formaciones costeras. (sería máxima en formaciones arenosas y mínima en acantilados rocosos altos). La pendiente es más sencilla y objetiva de calcular, entendiendo que a mayor pendiente hay menos vulnerabilidad de que el mar penetre en la costa.

La tasa de erosión costera en realidad lo que recoge es el histórico real de la erosión sufrida en los últimos 50 años a base de comparar el estado actual de la costa con fotografías aéreas de los años cincuenta o sesenta del pasado siglo. Los datos sobre

oleaje se obtuvieron a partir de los que suministran las boyas gestionadas desde los puertos de interés estatal.

Para la obtención de la tasa de cambio del nivel relativo del mar se analizan los resultados obtenidos en la medición de la amplitud de las mareas en periodos largos de tiempo. Así, en cada mareógrafo se ha realizado un clásico análisis de regresión temporal de cada una de las series anuales de niveles medios del mar. Por último, en lo que respecta al rango mareal medio, la costa andaluza presenta dos fachadas claramente diferenciadas en cuanto a su comportamiento mareal. La fachada atlántica es claramente mesomareal, con rangos mareales medios en mareas vivas próximos a 2.5/3 metros, mientras que la mediterránea es micromareal, cuyos valores están siempre muy por debajo de 1 metro. La costa del Estrecho de Gibraltar se presenta como zona de transición entre ambos ámbitos.

Seguidamente se aplica la fórmula de cálculo y el valor del CVI calculado es posteriormente dividido en 4 clases (en algunas ocasiones se utilizan 5) utilizando como límites los percentiles 25%, 50% y 75%. La utilización de percentiles es la forma de ordenar los resultados de la vulnerabilidad, es decir, de esta forma podemos identificar los tramos según su vulnerabilidad relativa sin que el valor en sí mismo del CVI se asocie a cambios específicos de tipo físico.

Un resumen de los resultados obtenidos por provincia, sería el siguiente:

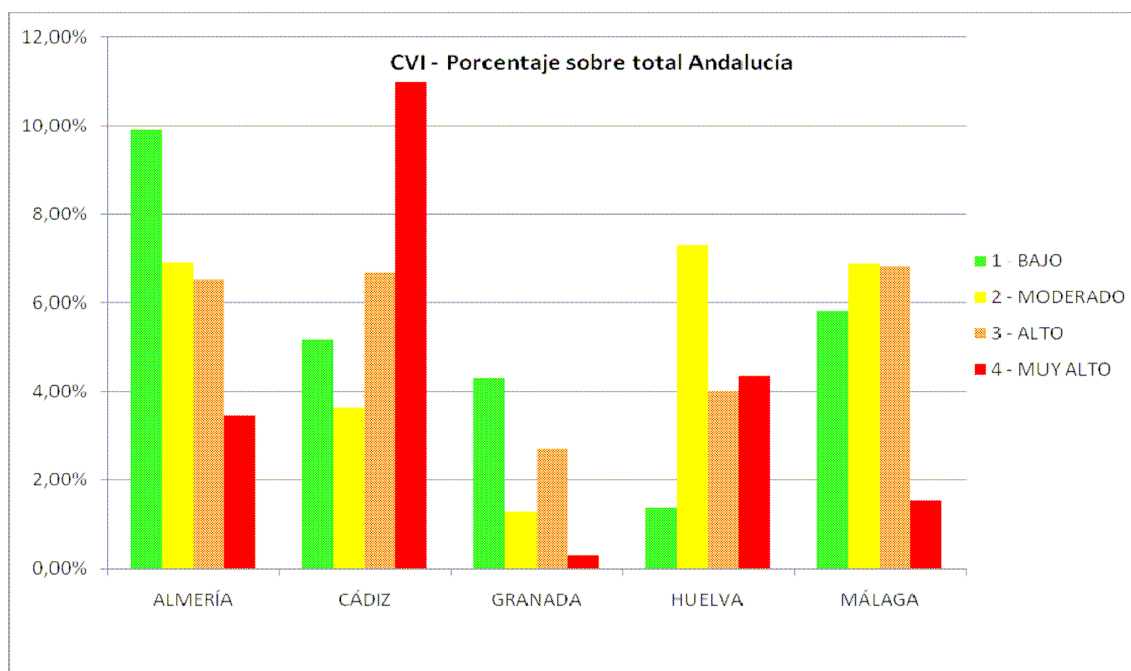


Figura 15: Presentación estadística de los resultados agregados a nivel provincial. Fuente, Ojeda Zújar et al.

En cuanto a la población potencialmente afectada, vemos que se trata de una cifra muy elevada por cuanto las zonas más pobladas suelen corresponderse con las más vulnerables, bien por su facilidad de acceso o bien por los fenómenos de transformación asociados a su propia ocupación. Así la zona de Málaga, la bahía de Cádiz y la práctica totalidad de la costa onubense presente niveles altos o muy altos de vulnerabilidad.

Por último, mencionar que no conviene confundir, en este sentido, el concepto de vulnerabilidad utilizado en este Índice con el concepto de vulnerabilidad asociado clásicamente a la evaluación de riesgos, ya que en este caso no se calcula la probabilidad de ocurrencia. Con este índice se intenta evaluar, en una primera aproximación, la **sensibilidad** de cada sector costero ante una potencial subida del nivel

del mar y su **capacidad de adaptación**, utilizando para ello un conjunto de variables físicas y geológico/geomorfológicas. Éste es el motivo por el que se utiliza un sistema de representación de los resultados que no identifican sobre la superficie costera emergida el nivel de vulnerabilidad sino un nivel de **vulnerabilidad relativa**.

Vulnerabilidad del territorio andaluz frente a inundaciones o avenidas fruto de lluvias torrenciales.-

Sometida a los temporales atlánticos y mediterráneos y a intensas precipitaciones de tipo convectivo, con un territorio en gran parte abrupto, aun con bajo nivel de protección de cubierta vegetal y con zonas de alta densidad demográfica, Andalucía es ya hoy bastante vulnerable frente al fenómeno de las inundaciones, como lo reflejan las diversas situaciones de emergencia registradas en el pasado y en el presente. Como ventaja de todo ello, se dispone ya de bastante información sobre las zonas de mayor vulnerabilidad a las inundaciones.

Los lugares con mayor riesgo son las zonas de fuertes pendientes donde se producen precipitaciones muy intensas (gotas frías), y desprotegidas de cubierta vegetal, singularmente las pequeñas cuencas litorales que suponen el paradigma de las crecidas rápidas y violentas. Si además la zona cuenta con una importante densidad de población estacional o no, el riesgo se dispara como ocurre en gran parte de la Demarcación Hidrográfica Sur de Andalucía. A partir de esta identificación se ha trabajado en realizar diversos censos o mapas de zonas vulnerables.

Por ejemplo, el Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía estableció a principios del siglo XXI, como primera medida para la puesta en marcha de un plan de prevención de avenidas e inundaciones, la realización de un diagnóstico de todo el territorio andaluz para localizar los puntos negros (zonas especialmente vulnerables a las inundaciones) y clasificarlos por distintos grados de riesgo de la A a la D, siendo las zonas denominadas como punto de riesgo A las más vulnerables.

Según este diagnóstico, cuyos resultados se publicaron en el año 2002, en Andalucía existen 428 puntos de riesgo, lo que supone que el 56 por ciento de los municipios andaluces pueden tener problemas de inundaciones y que la población afectada por este riesgo asciende al 60 por ciento del total de andaluces. Las provincias más perjudicadas son las del litoral mediterráneo.

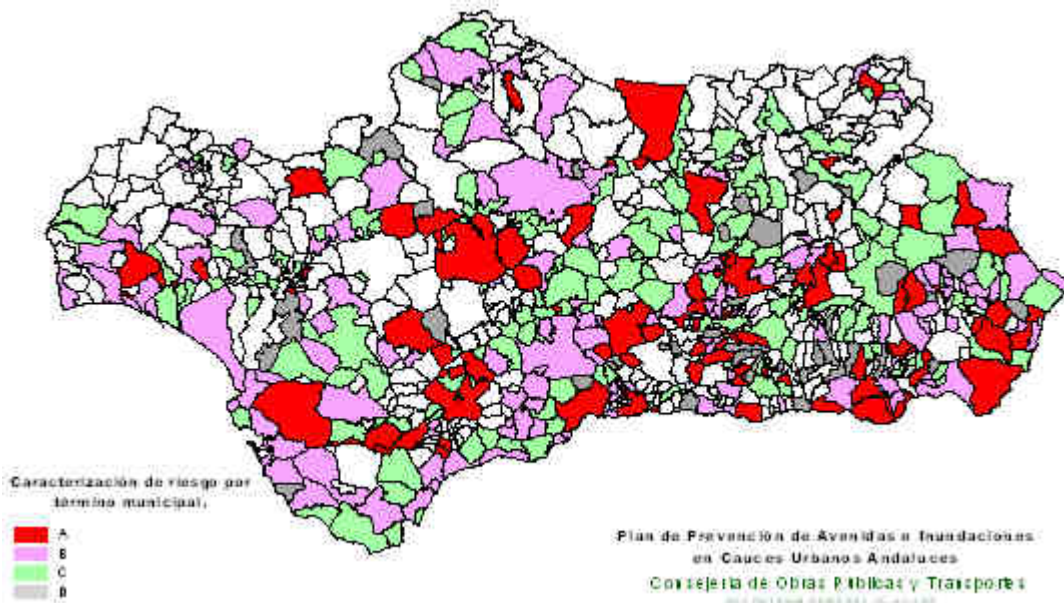


Figura 16: Mapa de caracterización de riesgo de inundación por término municipal. Fuente, Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Se han categorizado además trece tipos de causas por las que se produce el riesgo y que incluyen acción de las mareas, barras litorales que impiden evacuación, falta de red de alcantarillado bien diseñada, encauzamiento deteriorado, acumulación de depósitos en cauces, ocupación agrícola de los cauces, ocupación urbana, ocupación viaria o de infraestructuras, insuficiente sección del cauce, hipotética rotura de presa, cruces de cauces con insuficiente sección, falta de cauce y otras causas.

Sumando todas las causas, Andalucía sudoriental es la que concentra los mayores riesgos de inundación, pues entre Almería, Granada y Málaga acumulan el 66% de los puntos de riesgo, y lo que es más importante, el 70% de los puntos de riesgo categorizado como A. La extrema intensidad de las precipitaciones, un relieve muy abrupto (no hay que olvidar que desde el Mulhacén a 3.400 m de altura hasta la costa no hay más de 50 kms en línea recta), la desprotección forestal por la aridez y por la ocupación humana justifican este hecho. Los ríos Almanzora, Andarax y Guadiaro, sin olvidar el Genil son los cauces más peligrosos en general.

El río Guadalquivir presenta exactamente el fenómeno contrario, una muy baja pendiente hacia el mar y en su propio valle, provoca que una pequeña crecida de volumen pueda extenderse enormemente en superficie. Esto provoca que el 23% de los puntos de riesgo se localicen en el propio valle del Guadalquivir. Lo que es más grave es que las grandes capitales regadas por el río se encuentran en este ámbito de riesgo, lo que eleva el número de personas afectadas de forma significativa.

Por el contrario, las provincias menos afectadas son Huelva y Cádiz, que solo poseen el 11% de los puntos de riesgo y el 7% de los puntos de categoría A. Las zonas de mayor riesgo aquí son las barras costeras y la cuenca del río Guadalete en Cádiz. De hecho, se solapan en su mayoría con los puntos de riesgo detectados antes en el análisis del litoral.

Posibles afecciones sobre la salud derivadas de una inundación.-

Este apartado es más o menos válido para ambos tipos de inundaciones si bien está particularizado para el caso de inundaciones del litoral pues son las más estudiadas hasta la fecha en países desarrollados. En general, la mayor parte de los estudios se centran en países con una pobre infraestructura material y sanitaria, que no es el caso

europeo ni español y en ellos la mayor parte de la mortalidad está asociada a los efectos secundarios de la inundación, en especial la aparición de epidemias y brotes infecciosos como consecuencia de las malas condiciones higiénicas y la desnutrición de la población afectada.

Los impactos sobre la salud asociados a las inundaciones pueden ser lo suficientemente graves como para producir mortalidad – principalmente a causa de traumatismos y heridas, pero también por ahogamiento, por causa de enfermedades infecciosas (aunque en sociedades desarrolladas es menos frecuente), envenenamiento (productos químicos peligrosos que se liberan en el medio), electrocución, enfermedades respiratorias, hipotermia, etc.

No obstante, resulta sorprendente que según estudios realizados, el principal impacto detectado en países europeos sea menos tangible y esté relacionado con las enfermedades mentales, incluyendo depresión y suicidios. Los efectos psicológicos continúan meses después de desaparecer los efectos físicos del desastre y en ocasiones se relacionan con el estrés asociado a la reconstrucción y/o reparación de daños.

En general, se distinguen tres tipos de impactos de una inundación que se producen en periodos sucesivos:

- Fase de impacto, en la que las muertes ocurren por ahogamiento y traumatismos.
- Fase inmediatamente posterior al impacto del frente de la inundación, en la que las muertes ocurren como consecuencia de los daños ocurridos en la fase de impacto en mientras llegan las asistencias médicas.
- Fase de recuperación, en la que las muertes ocurren en áreas hospitalarias y pueden enmascarse dentro de apartados de mortalidad inespecífica.

A partir de las inundaciones en Holanda (1956), se identificaron seis áreas de actuación para minimizar los impactos en la salud que incluían desde la movilización de personal médico de emergencia para tratar a enfermos y heridos, movilización de personal de rescate y traslado a hospitales, identificación, recuperación e inhumación de cadáveres, restauración de los sistemas higiénicos (agua corriente, electricidad, gas, etc), recuperación de las rutinas en los tratamientos crónicos preexistentes y toma de medidas para evitar la aparición de epidemias.

De acuerdo con la evidencia epidemiológica disponible, la mayor parte de las muertes por traumatismo ocurren cuando las personas son golpeadas por objetos pesados que son arrastrados por las aguas, de ahí que se produzcan más muertes cuanto más rápido sea el flujo del agua y no cuanto mayor es el caudal. En países desarrollados el mayor riesgo está asociado al golpeo por vehículos y existe una mayor incidencia para hombres que para mujeres. La mortalidad es muy elevada para niños y ancianos, en especial dentro de sus propias viviendas.

Se produce también un elevado número de heridas bien cuando los afectados intentan ponerse a salvo a ellos, sus familiares o sus pertenencias, o bien cuando retornan a sus casas a ponerlas en orden (edificios inestables, cables eléctricos sin protección). Hasta el 48% de los ingresos hospitalarios después de una inundación proceden de este tipo de traumas.

En cuanto a enfermedades infecciosas, apenas se producen casos de mortalidad por diarrea en países desarrollados pero en otros países pueden ser un serio problema de salud pública. Existen estudios en los que se han reportado un aumento significativo en los casos de cólera, criptosporidiasis, poliomielitis, fiebres tifoideas y paratifoideas y otras enfermedades asociadas a diversos tipos de rotavirus.

Medidas correctoras. Planes de prevención y de emergencia.-

Evidentemente el primer tipo de medidas que se pueden tomar son la identificación del problema y la planificación de acciones preventivas y de actuación en casos de emergencia. Como se trata de un problema ya existente y que solo puede empeorar, ya existen planes como el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces.

Existen dos tipos de medidas, las que se deben tomar antes de que se produzca una inundación y las que se debe tomar una vez que se ha producido una para minimizar sus efectos. De las segundas hablaremos más adelante cuando se desentrañe el contenido del plan de prevención. Entre las primeras destacamos que en las zonas inundables se prohíbe:

- En los cauces de avenidas extraordinarias de 50 años de período de retorno no se permitirá edificación o instalación alguna, temporal o permanente. Excepcionalmente y por razones justificadas de interés público, se podrán autorizar instalaciones temporales.
- En los cauces de avenidas extraordinarias de períodos de retorno entre 50 y 100 años no se permitirá la instalación de industrias pesadas, contaminantes o con riesgo inherente de accidentes graves. Además, en aquellos terrenos en los que el calado del agua sea superior a 0,5 metros tampoco se permitirá edificación o instalación alguna, temporal o permanente.
- Asimismo, en los cauces de avenidas extraordinarias de 100 años de periodo de retorno y donde, además, la velocidad del agua para dicha avenida sea superior a 0,5 metros por segundo se prohíbe la construcción de edificaciones, instalaciones, obras lineales o cualesquiera otras que constituyan un obstáculo significativo al flujo del agua. A tal efecto, se entiende como obstáculo significativo el que presenta un frente en sentido perpendicular a la corriente de más de 10 metros de anchura o cuando la relación anchura del obstáculo/anchura del cauce de avenida extraordinaria de 100 años de periodo de retorno es mayor a 0,2.
- En los cauces de avenidas extraordinarias de períodos de retorno entre 100 y 500 años no se permitirá las industrias contaminantes según la legislación vigente o con riesgo inherente de accidentes graves.
- Las autorizaciones de uso que puedan otorgarse dentro de zonas inundables estarán condicionadas a la previa ejecución de las medidas específicas de defensa contra las inundaciones que correspondieren.

Por otro lado, las medidas que se deben llevar a cabo una vez que nos encontramos en una situación de emergencia son las contenidas en el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones. Estas medidas solo se llevan a cabo cuando pese a todos los esfuerzos de prevención, no se ha podido evitar una situación declarada como catastrófica.

La respuesta frente a este tipo de catástrofes requiere el esfuerzo conjunto de muy diversos organismos dentro de la Administración y no está limitado en absoluto a la actuación sanitaria. De hecho, la coordinación de estos planes está encomendada al más alto nivel de las provincias o comunidades autónomas y en Andalucía son coordinadas por la Consejería de Gobernación.

En consecuencia, el Plan de Emergencia ante Riesgo de Inundaciones en Andalucía aborda los siguientes objetivos:

- Identificación y análisis de los factores que determinan el riesgo potencial de inundaciones.
- Delimitación de las zonas de Andalucía en función del riesgo de inundaciones y previsibles consecuencias.

- Adecuación de sistemas y procedimientos de alerta.
- Establecimiento de la estructura organizativa y los procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones.
- Determinación de procedimientos de coordinación con el Plan Estatal de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones.
- Establecimiento de directrices para la elaboración de Planes de Actuación de Ámbito Local.
- Determinación de procedimientos de coordinación con los Planes de Emergencias de Presas.
- Desarrollo de programas de capacitación y de información a la población.

Existen dos niveles de actuación, uno de rango provincial (cuando la emergencia solo afecte a una provincia) y otro de rango regional (en caso contrario) pero la estructura de actuaciones es muy similar. Actúan todo tipo de organismos a nivel local y autonómico y entre ellos, los representantes de emergencias sanitarias y los del Servicio Andaluz de Salud.

Lo más interesante son los grupos de trabajo definidos, porque indican el tipo de tareas que se van a realizar. El grupo de intervención (donde se incluye personal de salud) ejecuta medidas para eliminar, reducir y/o controlar los efectos que las inundaciones (riadas, embalsadas, desprendimientos de tierras, etc...) tienen sobre la población, los bienes y las infraestructuras. Se dedican a:

- Reconocimiento y evaluación de las zonas afectadas.
- Controlar, reducir o neutralizar los efectos de la inundación.
- Búsqueda, rescate y salvamento de personas.
- Levantamiento de diques provisionales y otros obstáculos que eviten o dificulten el paso de las aguas.
- Reparación de urgencia de daños ocasionados en diques o en otras obras de protección.
- Eliminación de obstáculos y obstrucciones en puntos críticos de los cauces o apertura de vías alternativas de desagües.

El Grupo Técnico de Seguimiento tiene como misión principal determinar y supervisar las medidas y procedimientos técnicos que deben ser aplicados para hacer frente tanto a los riesgos previsibles como a los daños producidos por la emergencia, así como la identificación y evaluación de daños producidos.

El más importante desde el punto de vista de esta Consejería es el grupo sanitario de intervención. El Grupo Sanitario tiene como misión principal el llevar a cabo las medidas de socorro referidas a primeros auxilios y asistencias a afectados y ordenación de la evacuación a centros asistenciales, así como aquellas medidas referidas a la protección ante riesgos para la salud en los efectivos intervinientes y en el conjunto de la población, el control de la salud ambiental y el control alimentario.

Igualmente existe un grupo de seguridad, encargado de mantener el orden y el buen funcionamiento de los servicios durante la emergencia y otro de apoyo logístico que se encarga de suministrar todos los equipos que sean necesarios para que los demás lleven a cabo sus cometidos.

Las principales medidas de actuación previstas finalmente en el plan son las siguientes:

Avisos y mensajes periódicos a la población para que sepan como actuar.

Disposición de lugares de seguridad y evacuación, en caso necesario, de la población afectada por un riesgo significativo.

Evitar la realización de pillajes, sabotajes u otras actividades contrarias al bienestar global de la ciudadanía.

Controlar las vías de acceso y evacuación.

Valorar el impacto de los daños en edificios e infraestructuras. Impedir el acceso a aquellos que supongan un riesgo para la salud de la población.

Garantizar la asistencia sanitaria adecuada en función de las necesidades globales y de la disponibilidad de medios.

Suministro a la población de las necesidades básicas: agua, ropa, alimentos, medicamentos, combustible.

Destacar la existencia de grupos de población más vulnerables cuya atención debe ser diferenciada: ancianos, enfermos crónicos o incapacitados.

Establecimientos de albergues provisionales o definitivos para las personas que se vean privadas de un lugar donde vivir.

Definición, organización, implantación y gestión de la estructura básica para garantizar el aporte de los servicios básicos a la zona afectada.

Todas otras que sean necesarias para garantizar la minimización de riesgos sanitarios para la población.

Análisis de la vulnerabilidad frente a la contaminación del aire.-

Cambio climático y contaminación atmosférica.-

Por contaminación atmosférica se entiende la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza (*Artículo 1 de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del aire y protección de la atmósfera*). La relación entre las afecciones a la salud y los contaminantes ha quedado demostrada en diversos estudios, tal y como recoge la publicación “*Evaluación Preliminar de Impactos del Cambio Climático en España*” (MMARM, 2005).

“...En los últimos años, un número importante de estudios realizados en distintas ciudades han encontrado que, aun por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, los incrementos de los niveles de la contaminación atmosférica se asocian con efectos nocivos sobre la salud. Un estudio llevado a cabo en Francia, Suiza y Austria, indica que el 6% de la mortalidad y un número muy importante de nuevos casos de enfermedades respiratorias en estos países puede ser atribuido a la contaminación atmosférica. La mitad de este impacto es debido a la contaminación emitida por los vehículos a motor...” (Künzli et al., 2000).

El impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud no depende sin embargo en exclusiva de la concentración de las sustancias o formas de energía. Se ha comprobado que las variables climáticas influyen en sus efectos. La relación entre temperaturas elevadas y mayores afecciones a la salud, por causa de los contaminantes, ha sido igualmente corroborada en diversos estudios. Los factores que explican este mayor afección se relacionan especialmente con la modificación de los hábitos de vida pero parece que podrían existir además razones fisiológicas para ello. Veamos:

“...Por otro lado, se ha observado un mayor efecto de algunos de los contaminantes atmosféricos durante los meses más cálidos. Se han sugerido diversas hipótesis para explicar estos hallazgos. Por un lado, la medida de la contaminación atmosférica durante los meses cálidos podría ser un indicador más aproximado de la exposición total de la población, ya que la gente pasa más tiempo en la calle y las ventanas están más tiempo abiertas (Katsouyanni, 1995). *Por otro lado, en los meses cálidos podría aumentar la susceptibilidad individual a la contaminación, debido a procesos como el aumento del efecto de las partículas sobre el sistema de regulación de la viscosidad plasmática* (Pekkanen et al., 2000). *Otra razón adicional que también se*

ha sugerido es que podría haber una emigración selectiva de la población en las ciudades durante el periodo estival, con mayor permanencia de las personas de más edad en las ciudades...” (Biggeri *et al.*, 2001).

Pero más importante aún es el hecho de que la concentración de contaminantes se ve afectada de forma significativa por las condiciones atmosféricas. En particular, los contaminantes secundarios (como el ozono, el smog fotoquímico y otros) surgen a partir de relaciones químicas que se ven afectadas por la temperatura, por la acción de los rayos del sol o por el viento que minimiza el tiempo de contacto. Pero incluso los contaminantes primarios dependen de los factores ambientales para fijar sus concentraciones: el viento ayuda a dispersarlos y la lluvia es capaz en ocasiones de absorberlos o arrastrarlos.

El cambio climático supone, por tanto, un factor de amplificación de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población. “...*Al interpretar los estudios que examinan la relación entre contaminación atmosférica y salud hay tener en cuenta varios factores que pueden confundir el estudio de su asociación con indicadores de salud. Estos factores son los siguientes: a) los determinados por los ciclos geofísicos, b) los meteorológicos y c) los socioculturales, como por ejemplo el patrón de vida determinado por la semana. Además, habría que considerar aquellas enfermedades con comportamiento estacional como la gripe...*”.

Como elementos más relevantes, se considera que se debería analizar cómo afectan las variables climáticas en la formación de contaminantes secundarios y extrapolar algunas conclusiones sobre cómo se verá afectada su generación en los nuevos escenarios climáticos que se manejan. Por último, se analizarán los factores que ayudan a la dispersión de contaminantes y las expectativas que se tiene para estos factores en dichos escenarios de futuro.

Entre los contaminantes secundarios, el mejor documentado es **el ozono**. ¿Cómo se origina el ozono? El principal mecanismo de formación de ozono requiere la reacción de una molécula de oxígeno con un átomo de oxígeno libre. Al ser las moléculas de oxígeno mucho más abundantes, se podría decir que la presencia de ozono está condicionada a la aparición de esos radicales de oxígeno libres. ¿Cómo se generan estos radicales?

En el caso del ozono estratosférico o capa de ozono el principal mecanismo de creación de los radicales es la disociación de una molécula de oxígeno por efecto de la radiación solar de alta energía (rayos ultravioleta y otras partículas de alta energía). Es precisamente este proceso el que a la postre produce el filtrado de las radiaciones solares nocivas.

En el caso del ozono troposférico el radical debe provenir de otros compuestos abundantes en oxígeno como los compuestos orgánicos volátiles o los óxidos de nitrógeno. Estos compuestos se originan en zonas urbanas o industriales a partir de las emisiones de los vehículos y de los procesos productivos, especialmente los que implican la combustión de hidrocarburos o el uso de disolventes de base orgánica.

La serie de reacciones que se produce y que tiene como resultado la aparición del ozono es muy compleja pero lo fundamental es que se requieren las siguientes condiciones: presencia de COV's y de óxidos de nitrógeno (denominados precursores del ozono), altas temperaturas y elevada insolación o radiación solar. Solo en este caso se puede producir dicho contaminante en cantidades significativas.

Al ser el ozono un compuesto altamente reactivo, su vida media es corta en la superficie terrestre. Frecuentemente desaparece a una velocidad similar a la que se forma, por lo que su concentración en la atmósfera no se modifica mucho. La acumulación de ozono requiere unas condiciones especiales, comenzando por un

volumen de aire confinado en el que los precursores del ozono dispongan del tiempo y las condiciones de mezcla, temperatura y radiación suficientes para que puedan reaccionar entre sí. Estas condiciones solo se dan en verano, en días de baja nubosidad y con gran estabilidad atmosférica (ausencia de vientos fuertes).

En cualquier caso, la presencia de compuestos como el NO (que reacciona con el ozono para dar oxígeno y NO₂) en los centros urbanos como consecuencia del tráfico es un importante sumidero de ozono. Esto quiere decir que el ozono reacciona con estos compuestos con facilidad y en consecuencia no puede acumularse durante largos periodos de tiempo aunque se den las condiciones anteriormente mencionadas. El resultado es que las mayores concentraciones de ozono no se dan en las zonas más contaminadas sino en sus inmediaciones (áreas suburbanas residenciales o rurales en los que el NO es menos frecuente) y en la dirección en la que soplan los vientos.

En resumen, las concentraciones de ozono troposférico se incrementan con:

- Estabilidad atmosférica.
- Elevada radiación solar, ausencia de nubes.
- Temperaturas altas.
- Vientos flojos.
- Altos niveles de contaminación por tráfico o procesos de combustión.
- Existencia de zonas rurales o residenciales a sotavento de las zonas contaminadas.

De acuerdo con lo visto en el apartado anterior, los escenarios de climas futuros van a favorecer de forma extraordinaria la aparición de altas concentraciones de ozono troposférico por cuanto se prevé una atmósfera menos estable y una mayor radiación solar, lo que ayuda a que las temperaturas se mantengan elevadas y que los vientos sean de escasa intensidad. En consecuencia, es de prever que aumenten de forma similar los impactos del ozono sobre la salud de la población.

En cuanto a los factores de dispersión de contaminantes los más afectados son los que se encuentran en estado sólido, especialmente **las partículas**. En cuanto a los parámetros a tener en cuenta, se puede decir que el viento, la humedad, la inversión y las precipitaciones tienen un papel realmente significativo en el aumento o disminución de la contaminación.

El viento generalmente favorece la difusión de los contaminantes ya que desplaza las masas de aire en función de la presión y la temperatura. El efecto que puede causar el viento depende de los accidentes del terreno o incluso de la configuración de los edificios en las zonas urbanizadas.

Al contrario del viento, la humedad juega un papel negativo en la evolución de los contaminantes ya que favorece la acumulación de humos y polvo. Por otra parte, el vapor de agua puede reaccionar con ciertos aniones aumentando la agresividad de los mismos, por ejemplo el trióxido de azufre en presencia de vapor de agua se transforma en ácido sulfúrico, lo mismo ocurre con los cloruros y los fluoruros para dar ácido clorhídrico y fluorhídrico respectivamente.

Aún más importante es el fenómeno de la inversión térmica. Normalmente, la temperatura del aire disminuye con la distancia, de tal manera que en una atmósfera normal hay una disminución de 0.64 a 1 °C cada 100 metros en la zona más próxima a la superficie de la tierra, llamada troposfera; por encima de ella la temperatura disminuye más rápidamente. Este sería el radiante térmico normal, pero bajo determinadas condiciones orográficas y climatológicas este gradiente puede alterarse de tal manera que a una determinada altura la temperatura del aire es superior a la de una altura inferior. El problema que esto crea es impedir la dispersión vertical de los humos

y de otros contaminantes enviados a la atmósfera por las industrias, calefacciones, motores de explosión, actividades urbanas etc.

Las causas que determinan la aparición de una inversión térmica son diversas, pero normalmente son causadas por uno de los siguientes procesos:

- Superposición de masas de aire que se encuentran a diferentes temperaturas. Un ejemplo característico es el paso de un frente frío o cálido
- Alteración de una masa de aire que originalmente era homogénea, modificándose la estructura vertical de los niveles bajos de la atmósfera. Este caso es debido principalmente al enfriamiento de la superficie de la tierra durante la noche.

En general, la inversión se facilita cuando existe una zona amplia de estabilidad atmosférica y aparece un nuevo factor que altera rápidamente las condiciones locales pero sin modificar el sistema global que tiene más inercia térmica. Por ejemplo, en un anticiclón potente y estable, el paso de un frente cálido débil o el enfriamiento superficial causado por el intercambio radiante del terreno con un cielo totalmente despejado. Por esto es frecuente la aparición de inversiones térmicas en el borde oriental de los anticiclones, es decir en la costa oeste de los continentes.

Por último, las precipitaciones ayudan a arrastrar los contaminantes y depositarlos a nivel del suelo, limpiando la atmósfera y reduciendo los niveles de contaminación.

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que favorecen la dispersión de contaminantes las siguientes circunstancias:

- Vientos de mayor intensidad y sostenidos en cuanto a su dirección y sentido.
- Niveles bajos de humedad en el aire.
- Inestabilidad atmosférica, siendo especialmente negativos los fenómenos de inversión térmica.
- Aumento de las precipitaciones, en frecuencia y/o intensidad.

De acuerdo con los escenarios climáticos para Andalucía, para el año 2050 se espera que los vientos sean de menor intensidad, que aumente la estabilidad atmosférica con la consiguiente extensión del borde anticiclónico de las Azores hasta la longitud que ocupa Andalucía y que disminuya tanto la frecuencia como la intensidad global de las precipitaciones. Todos estos factores provocarán una menor renovación de la atmósfera y favorecerán la acumulación de los contaminantes en ella. Por el contrario, unos niveles menores de humedad en el aire redundarán en el efecto contrario. Aunque es imposible precisar cuantitativamente el efecto global, parece que cualitativamente se puede prever un empeoramiento de la calidad del aire en Andalucía, especialmente en términos de ozono y de partículas.

Otro factor a considerar finalmente es la existencia de episodios de intrusiones de aire sahariano elevan de manera repentina los niveles en aire ambiente de $PM_{2,5}$ y PM_{10} (Figura x) y podrían aumentar por efecto del cambio climático, tal y como recoge el estudio “*Procedimiento para la identificación de episodios naturales africanos de PM_{10} y $PM_{2,5}$* ” (Instituto de Ciencias de la Tierra y otros, 2007):

“...Es bien conocido que en los periodos glaciares de la evolución de la Tierra, la variación estacional latitudinal de la zona de convergencia Inter-tropical (ZCIT) se reduce a una estrecha franja ecuatorial con un incremento asociado de las precipitaciones. Sin embargo, en los periodos interglaciares (o templados), este rango latitudinal estacional de la ZCIT alcanza latitudes muy septentrionales, con la consiguiente diferenciación estacional en cuanto a precipitaciones. Este segundo escenario podría ser responsable del incremento de eventos de transporte a larga distancia de masas de aire africano sobre Europa. Por consiguiente, una tendencia a

incrementar la frecuencia anual de intrusiones africanas sobre la Península Ibérica, podría ser indicador de una tendencia de cambio climático hacia el calentamiento global...”.

En la Figura x se muestra un ejemplo clásico de intrusión sahariana sobre la península con efectos sobre los niveles de material particulado en las redes de control de la calidad del aire.

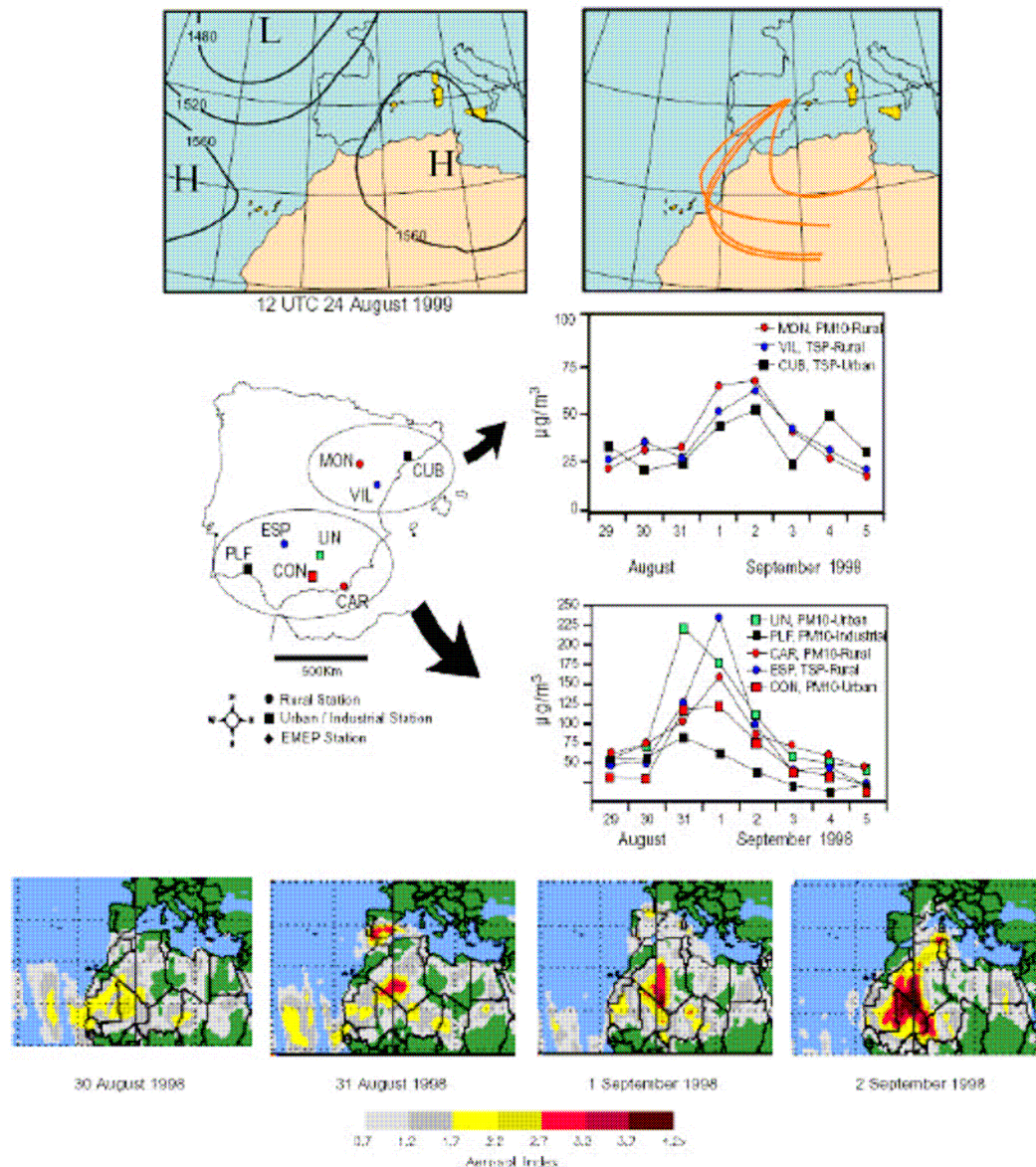


Figura 17: Ejemplo de un evento de intrusión de partículas. Fuente: Instituto de Ciencias de la Tierra y otros, 2007.

Efectos sobre la salud de los contaminantes atmosféricos seleccionados.-

Los efectos de la contaminación ambiental en la salud son muy variados [Ballester y cols, 1999]. En general, se pueden distinguir entre efectos de dos tipos: a corto plazo y los efectos a largo plazo.

Los efectos a corto plazo son investigados, por ejemplo, mediante estudios de series temporales sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en ciudades o en zonas industriales, que han proliferado en los últimos años, como el *Estudio Multicéntrico Español sobre la*

relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad [EMECAM, 1999] y el *Estudio Multicéntrico sobre los Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud* (EMECAS) [Ballester y cols, 2006], en España, o *Air Pollution and Health - A European Approach* (APHEA) [Anderson y cols, 1997] y *Air Pollution and Health: a European Information System* [APHEIS, 2000-2001], en Europa.

Los efectos a largo plazo (disfunciones orgánicas, retraso intelectual, malformaciones o cáncer) se han estudiado relacionándolos, entre otros factores, con exposiciones a material particulado de diversa composición química. Puede presentarse una gradación de efectos, que se ponen de manifiesto mediante encuestas de salud u otras investigaciones.

Dentro de los efectos a largo plazo hay unos que se consideran observables como la mortalidad y la morbilidad. Dentro de esta última se pueden distinguir entre aparición de nuevas enfermedades, agudización de síntomas, agravamiento de patologías y absentismo laboral. Los no observables (directamente) incluyen retrasos en el desarrollo de sistemas y órganos, disfunciones orgánicas, inmunosupresión, pérdidas de concentración, alteraciones del sueño, reacciones alérgicas, cambios funcionales de carácter reversible e incluso las simples molestias.

El **ozono** es un compuesto altamente reactivo y oxidante que afecta de forma significativa al tejido vivo, especialmente las mucosas causando irritación y picor. Debido a su pequeña capacidad de disolución no se retiene en cantidades significativas en las zonas húmedas de la nariz y la boca, por lo que puede además penetrar con facilidad en las vías respiratorias y alcanzar los pulmones. Cuando los niveles son altos puede incluso producir una disminución de las funciones pulmonares.

Los síntomas más frecuentes que produce el ozono son:

- Irritación ocular, de nariz y de garganta.
- Tos.
- Malestar general, debilidad, náusea y dolor de cabeza.
- Dificultad y/o dolor pectoral al efectuar inspiraciones profundas.
- Dolor subesternal y/o sensación de opresión en el pecho.

Los daños causados por la exposición al ozono dependen especialmente del periodo de exposición, de la sensibilidad de la persona afectada y de la concentración de ozono presente en el aire. Normalmente, las exposiciones de corta duración no causan daños permanentes ya que las células dañadas de las vías respiratorias tienen la capacidad de renovarse en pocos días. Las exposiciones crónicas sí entrañan un mayor peligro y se han registrado casos en los que aparecieron daños permanentes en los pulmones y en el sistema cardiovascular.

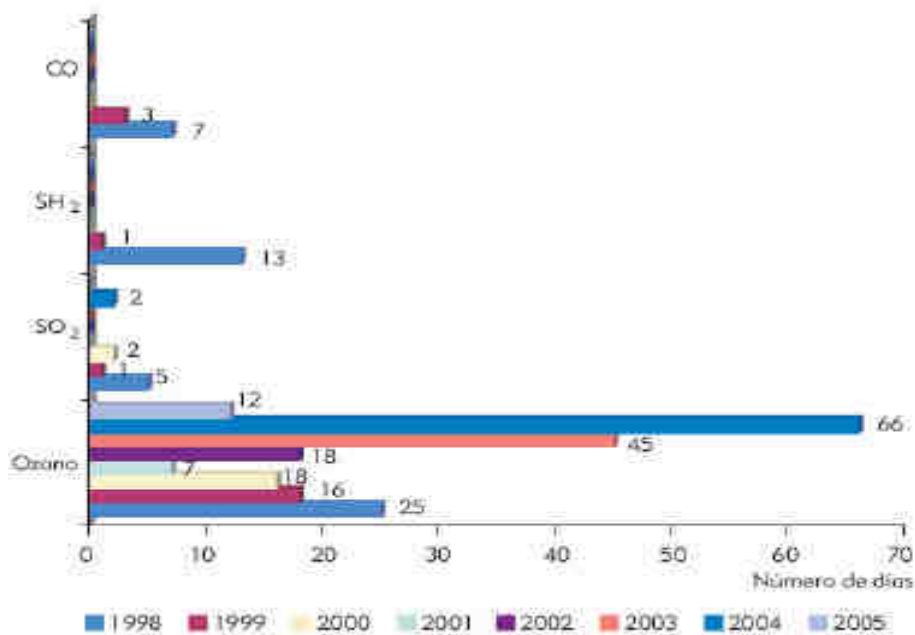


Figura 18: Episodios de contaminación en Andalucía 1998-2005. Fuente, Consejería de Medio Ambiente.

También hay que tener en cuenta que los efectos dañinos del ozono pueden darse sin que aparezcan síntomas. Las personas que viven en ambientes con niveles de ozono permanentemente elevados dejan de percibir los síntomas iniciales. La falta de percepción de los síntomas no impide sin embargo que los daños pulmonares persistan e incluso se agraven.

Existe un proyecto europeo denominado Climate-TRAP project lanzado por la Dirección General de Salud y Consumidores que está realizando una evaluación del riesgo a que se somete la población europea como consecuencia del cambio climático y uno de sus primeros resultados se ha centrado en los efectos del incremento del ozono en un plazo de sesenta años.

Los resultados de este estudio revelan que desde el año 1961 los países en los que se ha detectado un mayor impacto del ozono sobre la salud son Bélgica, los Países Bajos, Irlanda y el Reino Unido, simplemente como consecuencia de las modificaciones detectadas en el clima actual. El aumento detectado no alcanza en todo caso el 4% en mortalidad inducida por ozono.

Se prevé que en los próximos cincuenta años el mayor incremento en los impactos tendrá lugar en Bélgica, Francia, España y Portugal. En todos estos países se prevé un aumento en el impacto de entre un 10 y un 14% globalmente. El impacto será mayor si se usa el escenario del IPCC A2 frente al uso del A1B. Por el contrario, se prevé que los países nórdicos y del Báltico vean reducido su impacto a lo largo del mismo periodo.

Centrándonos en los efectos asociados a la **materia particulada**, conviene decir que hasta hace relativamente poco tiempo se había considerado que las partículas constituían fundamentalmente un problema sanitario limitado a ámbitos urbanos fuertemente industrializados, pero algunos estudios recientes indican que en los países desarrollados puede tratarse de un problema de salud pública más generalizado y preocupante [Zeger y cols, 2000]. Uno de los motivos por los que las partículas causan tal preocupación es que no parece haber ningún umbral de concentración por debajo del cual no existan efectos nocivos. [Schwartz y Zanobetti, 2000]

La materia particulada presente en el aire es una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas, variando en forma, tamaño, composición, y origen. Respecto a los mecanismos de formación, las partículas pueden ser primarias, emitidas como tales a la atmósfera, o secundarias, generadas por reacciones químicas. Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación.

Según su capacidad de penetración en las distintas zonas del aparato respiratorio, las partículas se clasifican en:

- Inhalables, son las que pueden entrar en el sistema respiratorio.
- Torácicas, que alcanzan la región traqueobronquial. Todas las partículas de diámetro menor de 10 μm (PM_{10}) tienen un tamaño suficiente para penetrar en la región traqueobronquial.
- Respirables, que son las que tienen el potencial de entrada en la región de intercambio de gas. Tienen un diámetro inferior a 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) y pueden alcanzar la cavidad alveolar, por lo que pueden provocar mayores afecciones. Además presentan en su composición un mayor contenido en sustancias con capacidad tóxica, como los metales en transición.

Las últimas evaluaciones realizadas por la OMS [WHO, 2004] indican la relevancia de las $\text{PM}_{2,5}$ en los efectos sobre la salud producidos por las partículas. Esta fracción es la responsable principal de la acidez y actividad mutagénica del material particulado, y los estudios epidemiológicos apuntan a que los efectos perjudiciales de PM_{10} se encuentran principalmente localizados en la fracción de $\text{PM}_{2,5}$.

En concreto, los efectos por exposición a largo plazo a partículas en la esperanza de vida parecen ser atribuibles principalmente a las $\text{PM}_{2,5}$, mientras que las partículas gruesas podrían tener más impacto en la morbilidad respiratoria. Las partículas primarias, derivadas de instalaciones de combustión, tienen un considerable potencial inflamatorio, mientras que los nitratos, sulfatos y cloruros son componentes de las partículas con una toxicidad más baja.

No obstante, a pesar de estas diferencias entre los distintos componentes de las partículas bajo condiciones de laboratorio, actualmente no es posible cuantificar con precisión la contribución de cada uno de éstos a los efectos causados por la exposición a partículas. Los efectos que pueden inducir en el organismo dependen de la granulometría, la morfología y la composición química de las partículas, el tiempo de exposición y la susceptibilidad de cada persona.

De forma cualitativa, se ha observado que los efectos causados por exposiciones a corto plazo incluyen reacciones inflamatorias pulmonares, diversos síntomas pulmonares e incluso efectos adversos en el sistema cardiovascular. Asimismo se puede relacionar con diferentes aumentos en el uso de determinados medicamentos, en los ingresos hospitalarios e incluso en la mortalidad inespecífica. [Schwartz, 2000]

En cuanto a los efectos causados por exposiciones a largo plazo, se han descrito aumentos en la sintomatología de irritación de las vías respiratorias inferiores, disminución de la función pulmonar en niños y adultos, aumento de la incidencia de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y finalmente una disminución en la esperanza de vida. Esta disminución está ligada al aumento de la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares y probablemente por el aumento de incidencia del cáncer de pulmón. [European Commission, 2006]

Vulnerabilidad de la población. Colectivos de mayor riesgo.-

El incremento de los riesgos asociados a la exposición al ozono está ligado tanto a factores fisiológicos como a hábitos de actividad. Entre los factores fisiológicos destacan la susceptibilidad a los alérgenos, por ejemplo los asmáticos, los niños o los ancianos suelen presentar una mayor sensibilidad a los efectos que causa el ozono, las personas que ya tienen enfermedades respiratorias que las ven agravadas con facilidad y por último hay una predisposición genética que provoca que ciertas personas se vean más afectadas que otras por la exposición al ozono.

En cuanto a los hábitos de actividad, los principales son dos, la estancia en espacios abiertos y la realización de actividades al aire libre. En los dos casos, cuanto mayor duración, mayor número o mayor intensidad tengan las actividades que se realicen al aire libre, mayores posibilidades se producirán de que las personas se vean afectadas por el ozono troposférico.

Resumiendo, las personas que deben tener mayor precaución ante una exposición al ozono son:

- Personas con enfermedades respiratorias, especialmente asmáticas.
- Personas que realizan ejercicios físicos prolongados al aire libre.
- Niños, especialmente si tienen costumbre de jugar en la calle.
- Ancianos.

En lo que respecta a las partículas en suspensión y siguiendo el mismo criterio que en apartados anteriores, en relación con la exposición de la población frente a la contaminación, numerosos estudios epidemiológicos han constatado que el colectivo más vulnerable ante la contaminación atmosférica es el de los ancianos y los niños, los primeros porque cuentan con un estado de salud más deteriorado y los segundos debido a la multitud de factores entre los que figuran: sus hábitos, el ejercicio físico al aire libre y el desarrollo de sus órganos vitales.

Otro colectivo especialmente en riesgo para ambos casos es el formado por personas que ya posean problemas respiratorios o que hayan estado expuestos durante largos periodos de tiempo al mismo tipo de contaminación. En este sentido, tal y como se mencionó en la discusión teórica sobre vulnerabilidad, uno de los factores a estudiar es qué colectivos están ya sometidos a este tipo de contaminantes pues ellos partirán de unos peores niveles de salud y se convertirán en los colectivos más vulnerables.

A tenor de lo expuesto, para la evaluación de esta vulnerabilidad, la primera tarea ha sido la elaboración de mapas en los que se representa el número de superaciones del valor límite de exposición a contaminantes establecido por la legislación. Para ello, nos hemos servido de los datos registrados por la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, remitidos al MMARM para su comunicación a la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Zonas de calidad del aire en Andalucía

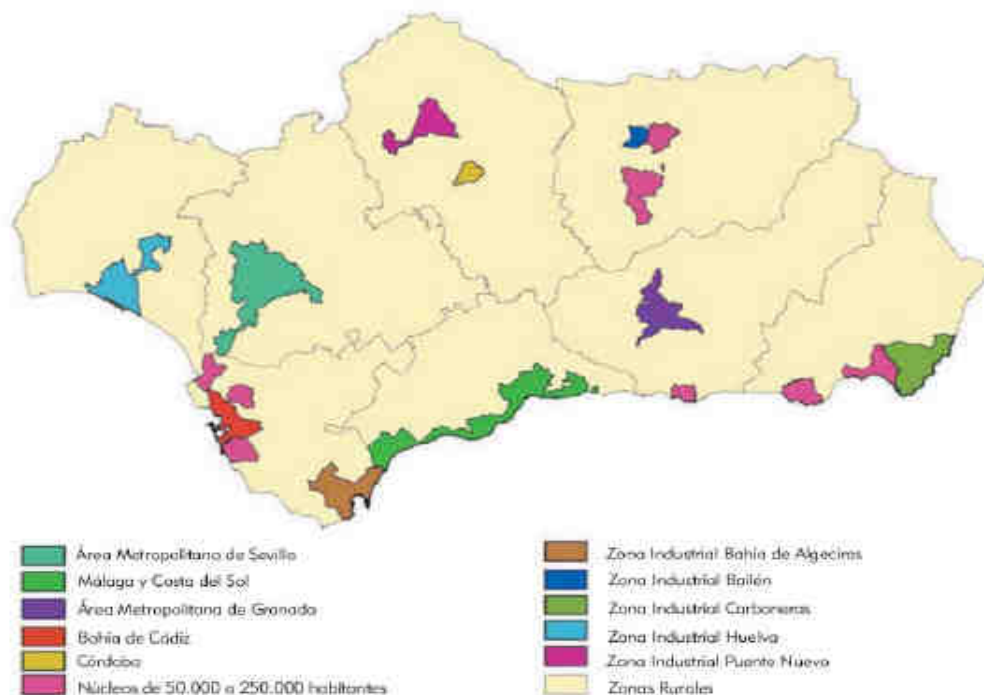


Figura 19: Zonificación de calidad de aire en Andalucía. Fuente, Consejería de Medio Ambiente

Las zonas donde se ha superado el valor objetivo para el ozono en el año 2010 son las siguientes:

- Zona industrial de Huelva
- Zona Industrial de Bahía de Algeciras
- Núcleos de 50.000 a 200.000 habitantes.
- Córdoba
- Zonas rurales de Andalucía
- Bahía de Cádiz
- Granada y área metropolitana.

Como se ve, la presencia de superaciones de ozono se da en las zonas industriales pero también en las zonas rurales como consecuencia del efecto que adelantamos antes de que la presencia de óxidos de nitrógeno puede abatir la concentración de ozono y ésta es máxima en las proximidades de las zonas más contaminadas antes que en las propias zonas en que se genera el ozono. En total, podemos estar hablando de una población de aproximadamente cinco millones y medio de personas.

Las zonas donde se ha superado el valor límite diario o el valor medio anual para partículas de diez micras son las siguientes:

- Zona industrial de Huelva
- Zona Industrial de Bahía de Algeciras
- Zona industrial de Puente Nuevo
- Zona industrial de Bailén
- Núcleos de 50.000 a 200.000 habitantes.
- Córdoba
- Zonas rurales de Andalucía
- Zona industrial de Carboneras
- Granada y área metropolitana.

- Málaga y Costa del Sol
- Sevilla y área metropolitana

En este caso, destacan todas las zonas consideradas como industriales a las que se suman las que poseen una intensidad notable de tráfico. Los dos puntos de mayor superación son la Bahía de Algeciras y Bailén (por la industria cerámica). En consecuencia, son los únicos puntos en los que se muestrea de forma habitual las partículas de diámetro inferior a dos micras y media. En ambos casos se superaba el valor medio recomendado por la OMS en 2005.

Como se puede ver, la práctica totalidad de la población andaluza puede considerarse vulnerable a la contaminación por partículas, lo que supone en torno a ocho millones de personas. La población de Bailén y de la bahía de Algeciras se encuentra en torno a los doscientos cincuenta mil habitantes.

Medidas correctoras.-

Los factores que influyen en la incidencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud son tres: concentración, exposición y tratamiento de los impactos. En este sentido, se pueden distinguir aquellas medidas u opciones de adaptación encaminadas a la reducción de la emisión de los contaminantes y aquellas encaminadas a minimizar la exposición a los mismos. Dentro de las medidas de reducción de la exposición habrá que considerar las de difusión de conocimientos a la población para que puedan tomar decisiones informadas al respecto. Las medidas destinadas a la minimización del impacto o de tratamiento de las patologías asociadas no se van a detallar en este documento por entenderse que escapan al propósito de este plan.

En cuanto a las medidas de disminución de la concentración, las más prometedoras son aquellas que se dirijan a reducir las emisiones en los sectores más contaminantes como son el tráfico y el industrial. Los niveles de contaminantes en aire ambiente en las ciudades están estrechamente relacionados con el tráfico rodado, por lo tanto la reducción del tráfico se perfila como una de las medidas más eficaces. Esta medida se complementaría con la progresiva sustitución hacia un parque de automóviles menos contaminantes.

Con el fin de limitar al máximo el impacto negativo de los vehículos de carretera sobre el medio ambiente y la salud, el Parlamento Europeo adoptó las normas Euro 5 y 6 (Reglamento (CE) nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, 2007), en virtud de las cuales, la normativa sobre emisiones contaminantes de los vehículos, se hará progresivamente más restrictiva, especialmente en lo que se refiere a los límites de emisión de **partículas** y óxidos nitrosos (NOx).

A partir de la entrada en vigor de las normas Euro 5 y Euro 6 (Reglamento (CE) nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, 2007), los Estados miembros deberán rechazar la homologación, matriculación, venta y puesta en servicio de aquellos vehículos que no respeten los límites de emisión. La norma Euro 5 es aplicable desde el 1 de septiembre de 2009 en lo que respecta a la homologación y será aplicable a partir del 1 de enero de 2011 en lo que se refiere a la matriculación y venta de las nuevas clases de vehículos. En lo referente a la norma Euro 6, será aplicable a partir del 1 de septiembre de 2014 en lo que respecta a la homologación, y el 1 de septiembre de 2015 a la matriculación y venta de las nuevas clases de vehículos. La aplicación de esta norma establece un 80% en el límite de emisión de partículas, lo que en el futuro obligará a equipar a los vehículos diesel con filtros.

La reducción de los niveles de partículas emitidas por la industria se consigue a través de la aplicación de las normas de prevención ambiental, en particular de las autorizaciones ambientales integradas. A través de este mecanismo, toda una serie de

actividades potencialmente contaminantes se ven obligadas a aproximar sus niveles de emisión a los que se pueden obtener mediante el uso de las mejores tecnologías disponibles (y comercialmente competitivas). La aplicación de estas normas está, de hecho, consiguiendo notables resultados en la mejora de la calidad del aire.

Además, en todas las zonas en que se produzca una superación de los niveles de calidad exigibles, es obligatorio por parte de la Administración realizar Planes de Mejora de la Calidad del Aire, orientados a identificar y remediar las causas que provocan estos bajos niveles de calidad. Aunque las causas son, naturalmente, diferentes en cada caso, la batería de medidas correctoras que se aplican presentan al menos unos rasgos básicos comunes que a continuación se detallan.

Las medidas se dirigen a disminuir las emisiones de partículas procedentes de las zonas industriales y/o extractivas, a las provenientes del tráfico marítimo y terrestre (algunas específicas para tráfico interurbano o urbano) y a la promoción de la eficiencia energética como medio indirecto de reducir las emisiones asociadas a la producción de energía. Las principales medidas presentes en este tipo de planes conjuntamente con los responsables de ejecutarlas son las siguientes:

- Control de emisiones en explotaciones minerales al aire libre y otras empresas que manejen sólidos pulverulentos.- *Consejería de Medio Ambiente.*
- Medidas orientadas a la disminución de emisiones causadas por el tráfico marítimo.- *Consejería de Medio Ambiente. Autoridad Portuaria.*
- Introducir criterios ambientales en las ordenanzas municipales que regulen las obras de construcción, demolición e infraestructuras.- *Ayuntamientos respectivos.*
- Mejora y ampliación de las redes de transporte público.- *Consejería de Obras Públicas y Transportes conjuntamente con los Ayuntamientos respectivos.*
- Planes de movilidad urbana y de movilidad de empresas.- *Consejería de Obras Públicas y Transportes conjuntamente con los Ayuntamientos respectivos.*
- Medidas disuasorias del uso de transporte privado y de fomento del transporte sostenible (peatonalización, aparcamientos disuasorios, carriles-bici, restricciones acceso a zonas, fomento del teletrabajo).- *Consejería de Obras Públicas y Transportes conjuntamente con los Ayuntamientos respectivos.*
- Mejora infraestructuras viarias, especialmente caminos de tierra y creación de zonas de velocidad reducida.- *Consejería de Obras Públicas y Transportes, Diputación Provincial y Ayuntamientos respectivos.*
- Reducción de emisiones vehículos, especialmente pesados y públicos.- *Consejería de Obras Públicas y Transportes y Ayuntamientos respectivos.*
- Aplicación del Código Técnico de Edificación y Plan Renove Viviendas.- *Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio y Ayuntamientos respectivos.*
- Fomento medidas de eficiencia energética en hogares y empresas.- *Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.*
- Fomento de la conducción eficiente y de otras medidas de sensibilización ambiental.- *Consejería de Medio Ambiente.*

En todo caso, si se desea más información sobre el tipo de medidas que pueden incluirse en cada uno de estos grupos, se puede consultar cualquiera de los planes de mejora de la calidad del aire redactados por la Consejería de Medio Ambiente, en particular el de Bahía de Algeciras por ser el más completo a la hora de identificar posibles fuentes de emisiones y de habilitar medidas correctoras.

Otras medidas a considerar serían aquellas que actuarían sobre el segundo factor arriba mencionado, la exposición. La actuación en este sentido, debe abordarse a través

de programas de sensibilización ciudadana encaminados a reducir la exposición de los colectivos más vulnerables, durante las horas del día con mayor riesgo.

Las medidas de carácter general encaminadas a minimizar el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud humana, así como las implicaciones para las políticas de la puesta en marcha de acciones para disminuir el impacto de la contaminación atmosférica y el cambio climático en España, pueden resumirse en las siguientes (Ferrán Ballester, 2005):

- Establecimiento de un sistema de vigilancia de la situación atmosférica (incluyendo meteorología y pólenes y esporas) y su impacto en salud.
- Acciones de educación para la salud y promoción de hábitos respetuosos con el medio ambiente.
- Fomentar la participación ciudadana. Esto conlleva una estrategia de comunicación encaminada a asegurar la información y a presentar la información de una manera entendible y con una orientación a cómo debe ser utilizada.
- Aplicación y seguimiento de las Directivas Europeas en Calidad del Aire, incluyendo la puesta en marcha de los procedimientos y las técnicas para la correcta medición y registro continuado de los contaminantes.
- Coordinación entre los distintos Departamentos implicados (Medio Ambiente, Sanidad, Transporte, Urbanismo, Obras Públicas, Agricultura).
- Integración y coordinación interterritorial entre Gobierno Central y las Comunidades Autónomas.
- Establecimiento de políticas integradas de vigilancia y protección de la salud pública, incluyendo la información sobre riesgos ambientales.

En todo caso, y desde el punto de vista sanitario, se puede además apuntar que las estrategias de transporte, medio ambiente y salud con la promoción del uso de la bicicleta y caminar como medio de transporte, comportará un incremento del ejercicio físico moderado en un gran segmento de la población con hábitos de vida sedentarios, que tendrá una repercusión favorable sobre su salud. (Haines *et al.*, 2000).

Intentando concretar un poco las medidas de difusión de información y de recomendaciones al público para reducir la exposición, en la estrategia actual de la Consejería de Salud para la prevención de efectos sobre la salud de altas concentraciones de ozono, se difunde la siguiente información:

En principio la mejor manera de no verse afectado consiste en reducir el tiempo y la intensidad de exposición al ozono. Para ello, resulta fundamental conocer los niveles de ozono existentes en la atmósfera. Conviene recordar que para que se produzcan efectos sobre la salud es necesario que los niveles de ozono sean elevados. Solamente en ese caso, se debe intentar permanecer menos tiempo al aire libre y/o reducir los esfuerzos físicos que deben realizarse.

Por regla general, no suele haber problemas de exposición a altos niveles de ozono puesto que estos se dan en circunstancias (altas temperaturas y alta insolación en verano) en las que ya de por sí es poco probable que la población permanezca al aire libre. En cualquier caso, si le es necesario o desea realizar actividades al aire libre, procure planificarlas a primera hora de la mañana o cuando el sol se oculte y reducirá de esta manera las posibilidades de exposición.

En cualquier caso, resulta fundamental disponer de información sobre los niveles de ozono troposférico y relacionar dichos niveles con el riesgo que comportan para la población. A este respecto, la Unión Europea y España han establecido unos umbrales de exposición al ozono a partir de los cuales se considera que pueden aparecer riesgos

para la población. En España se encuentran recogidos en el *Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente*.

Se han establecido los siguientes umbrales:

VALOR OBJETIVO PARA LA PROTECCION DE LA SALUD HUMANA
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (como valor máximo de las medias octohorarias del día)

Es la concentración de ozono por debajo de la cual es improbable que se produzcan efectos nocivos para la salud humana incluso en exposiciones crónicas. Este objetivo debe ser tenido en cuenta a partir del primer trienio que comienza en el año 2010 permitiéndose un máximo de 25 superaciones por año dentro de la media de un periodo de tres años. A partir del año 2020 no se permitirá ninguna superación de estos niveles objetivo.

UMBRAL DE INFORMACION A LA POBLACION 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (como valor medio en una hora)

Es la concentración de ozono a partir de la cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana de los grupos de población especialmente sensibles. En este caso, se refiere a los grupos que deben tener especial precaución con el ozono que se mencionaron en un apartado anterior.

UMBRAL DE ALERTA A LA POBLACION 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (como valor medio en una hora)

Es la concentración de ozono a partir de la cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana de la población en general.

En caso de superación de los dos últimos umbrales se informará a la población sobre la superación o superaciones observadas, la previsión para la siguiente tarde o día, sobre el tipo de población que se puede ver afectado, sobre los posibles efectos en la salud, las precauciones recomendadas y las medidas preventivas para reducir la contaminación o la exposición a esta.

Análisis de vulnerabilidad frente a los impactos sobre la salud relacionados con el agua.-

Ámbito de aplicación.-

El suministro de agua a la población, en cantidad y calidad adecuada a los diferentes usos, es un servicio de carácter básico que constituye además un objetivo fundamental de las políticas de salud pública. Es evidente que un agua contaminada o con un insuficiente tratamiento puede generar una elevada cantidad de riesgos para los usuarios ya que puede contener microorganismos patógenos, agentes químicos o físicos en cantidades peligrosas (incluyendo cianotoxinas), sin descartar la presencia de sustancias radiactivas.

El impacto sobre la salud relacionado con los usos del agua es una de las mayores preocupaciones de salud a nivel mundial. Por mencionar algunos datos, las enfermedades diarreicas son responsables de aproximadamente dos millones de muertes cada año, especialmente en niños de países en vías de desarrollo que no cuentan con adecuados sistemas de suministro y tratamiento de agua potable. De hecho, se estima que hasta un 17% de la mortalidad en niños menores de 5 años podría evitarse si se tuviese acceso universal a agua de consumo que reuniese unas condiciones sanitarias básicas.

De esta forma, la contaminación microbiológica, química o radiológica de las aguas destinadas al consumo humano, a las actividades recreativas (como las aguas de

baño), al mantenimiento de instalaciones en edificios de uso colectivo y al riego de productos de consumo, entre otros, puede causar o favorecer la aparición de esas u otras múltiples enfermedades. Como muestra, las más significativas en los programas de salud pública son el cólera, las fiebres tifoideas y paratifoideas y, por supuesto, la hepatitis A. Todas ellas pueden transmitirse fácilmente en el caso de una contaminación fecal de las aguas de consumo.

La gestión de los riesgos sanitarios asociados al uso del agua es un tópico recurrente en las políticas de salud pública. Exige una adecuada coordinación de las políticas de varios departamentos como son las ambientales, las hidráulicas y por supuesto las sanitarias. Además, para conseguir un adecuado nivel de éxito precisa de la participación de los distintos sectores empresariales dedicados a la gestión del agua y la implicación de los ciudadanos.

En este sentido se ha prestado mucha atención a la detección e investigación de los brotes infecciosos de origen hídrico. Esto se debe, probablemente, a que es bien conocida desde hace mucho tiempo la relación directa e inmediata existente entre el consumo de agua contaminada y la aparición de enfermedades infecciosas. Con el paso de los años se han descubierto muchas situaciones en las que la relación entre las enfermedades observadas y su origen hídrico no es ni mucho menos tan evidente o tan unívoco.

Esto dificulta sin duda la gestión de riesgos asociados a los diversos usos del agua. Es muy probable que la mayor parte de los efectos sobre salud inducidos por una contaminación hídrica pasen desapercibidos a priori si no se realiza una investigación cuidadosa. En particular, en las enfermedades diarreicas antes mencionadas es a menudo difícil de identificar la causa real del brote. Por ello, conviene extremar las actividades de vigilancia y control de la calidad de las aguas.

Más grave aún es el problema constituido por los patógenos nuevos o emergentes, que se han convertido en uno de los problemas más acuciantes de salud pública en los últimos años. Dentro de este grupo de patógenos hay una gran variedad de microorganismos, los hay que han sido descubiertos solo recientemente (como es el caso de *Cryptosporidium parvum* o incluso *Legionella pneumophila*), los que eran de sobra conocidos pero se han hallado como nuevas variables mutantes (como la *Escherichia coli* enterohemorrágica), los que recientemente han sido asociados a enfermedades conocidas con anterioridad (como el virus de la hepatitis E), y los que recientemente han sido asociados a una dolencia que no se consideraba de origen patógeno (como *Helicobacter pylori*).

La aparición de estos organismos reemergentes no tiene un solo motivo aunque están relacionados con el cambio global que se experimenta en el planeta. Por un lado, los avances en investigación permiten detectar organismos que han existido siempre, si bien no se detectaban con anterioridad, por otro hay razones que sí nos revelan cambios sociales y tecnológicos que pueden propiciar esta aparición de nuevos riesgos para la salud.

Estamos hablando, por ejemplo, del elevado número de personas existente con una inmunocompetencia reducida, de las consecuencias de la transición demográfica que hace elevar la edad media de la población, de la elevada movilidad a nivel mundial, de las nuevas y complejas aplicaciones del agua (torres de refrigeración, spas) y, por supuesto, del desafío que supone el cambio climático en la disponibilidad de agua de consumo de calidad adecuada.

Las condiciones climatológicas del futuro señalan un escenario en el que la evapotranspiración teórica y real se van a incrementar de forma notable en Andalucía como consecuencia de una disminución de la frecuencia e intensidad de las

precipitaciones y un incremento de las temperaturas. Con toda probabilidad, esto supondrá una menor disponibilidad de agua y, no se sabe hasta qué punto, una menor calidad media del agua disponible. En este apartado intentaremos adelantarnos a estas incertidumbres e identificar los posibles riesgos que pueden surgir y las medidas correctivas a aplicar.

Como siempre, las masas de agua más importantes en este análisis son las aguas superficiales porque son las que de forma más sencilla pueden resultar contaminadas, bien por los residuos agrícolas o ganaderos, por las actividades humanas industriales o domésticas o simplemente porque la excesiva demanda de agua no permite que los sistemas naturales de depuración puedan llevar la calidad del agua a niveles aceptables. En este sentido, las aguas subterráneas son siempre más resistentes a la contaminación y se depuran de forma natural mediante el filtrado y la oxidación de materia orgánica inducida por la propia presencia de microorganismos.

En general, los principales problemas de calidad van a aparecer por la presencia de organismos patógenos como los que se mencionaron anteriormente. La presencia de productos químicos, salvo en aguas residuales de origen industrial, no suele causar problemas graves de salud. No obstante, en un escenario en el que va a ser necesaria la reutilización de aguas, no va a ser posible olvidar los problemas causados por nitratos, fluoruro, trihalometanos o arsénico, entre otros. Aclaramos en este punto, que este tipo de problemas se considera que pertenecen al grupo de impactos secundarios sobre la salud, es decir, a los que habrá que tener en cuenta a la hora de diseñar los programas de vigilancia de agua de consumo que lleva la Consejería de Salud y no serán tratados en este plan.

Dentro de la calidad de las aguas vamos a tratar los siguientes ámbitos o tipos de usos:

Aguas destinadas al abastecimiento. La mayor parte de los recursos hídricos usados para el abastecimiento son de origen superficial en Andalucía (73% de la población abastecida). Por este motivo, son más susceptibles de contaminación según vimos con anterioridad. Por otro lado, la principal vía de exposición si atendemos a los riesgos sanitarios es la oral, con lo que se justifica una mayor atención a este tipo de aguas de consumo.

Aguas de uso recreativo. En Andalucía se dispone de 581 kilómetros de costa que son usados de forma habitual para el baño. Además, constituyen un atractivo singular dentro de la oferta turística andaluza. La posible aparición de riesgos por contacto dérmico con microorganismos (cianobacterias) o algas y la aparición de medusas o ctenóforos como consecuencia de la elevación de temperatura de las aguas (invasión de especies de mares cálidos o tropicales) deben ser analizados también como posibles riesgos sanitarios.

Aguas usadas en instalaciones de riesgo sanitario. En instalaciones de refrigeración y humidificación el mayor riesgo está vinculado a la infección por *Legionella pneumophila*, una especie cuyo ciclo vital está muy directamente relacionado con la temperatura del agua. Además las nuevas condiciones climáticas pueden provocar un aumento del uso de este tipo de instalaciones de refrigeración ante el aumento de las temperaturas medias y de periodo en que éstas rebasan un determinado nivel en que se generaliza el recurso al aire acondicionado.

Cambio climático y enfermedades relacionadas con el agua.-

La realización de estudios epidemiológicos para intentar relacionar el cambio climático con la aparición de brotes hídricos está aún en las fases iniciales y queda mucho por investigar al respecto. Se necesita más información sobre las tendencias a

largo plazo para poder realizar predicciones fiables sobre cómo afectará el cambio global a este tipo de riesgo sanitario. En particular, los esfuerzos se están centrando en los riesgos infecciosos por vía oral, con lo que existe aún menos información sobre el posible impacto en aguas recreativas o en aguas usadas en instalaciones.

Lo que sí se sabe en estos momentos es que existe una clara variación estacional en algunos brotes hídricos infecciosos, lo que permite aventurar que cualquier modificación en las condiciones climáticas va a suponer cambios en la aparición de estos brotes. Por ejemplo, existe una evidencia muy fuerte de que existe una relación entre los cambios de temperatura y precipitación que se registran entre las estaciones del año y los brotes causados por las bacterias de los géneros *Campylobacter* y *Cryptosporidium*.

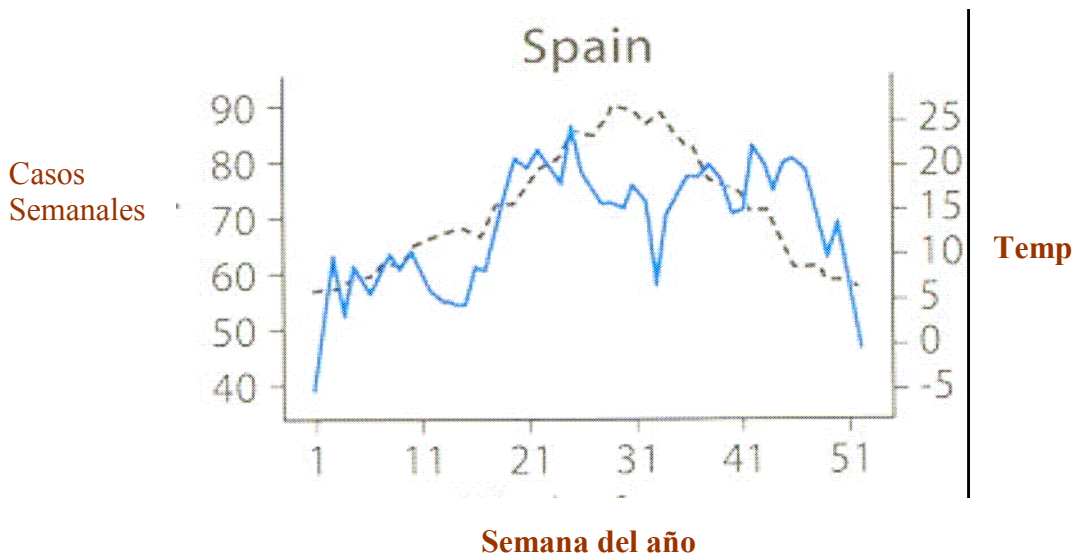


Figura 20: Patrones estacionales de infección por *Campylobacter* en España.

Otro factor importante es la posible reducción de la disponibilidad de agua de buena calidad. La reducción de los niveles de precipitación y el aumento de la evaporación van a confluir en una situación en la que los recursos estén más limitados y la calidad del agua se deteriore. Estos dos mecanismos, mejora de las condiciones vitales de los microorganismos al aumentar las temperaturas y al disminuir la calidad de las aguas disponibles, son los que van a explicar el posible aumento de fenómenos infecciosos.

Por tanto, conviene analizar las relaciones existentes entre variables climatológicas y la existencia de riesgos sanitarios para poder extrapolarlos a los escenarios de futuro. Se analizarán además las posibles causas que expliquen estas relaciones para poder diseñar estrategias de adaptación.

La principal consecuencia del cambio climático va a ser la reducción en la disponibilidad de agua a través de los mecanismos señalados (aumento evaporación, disminución precipitaciones) y también debido a la posible salinización de los acuíferos situados en zonas costeras motivada por la subida del nivel del mar. La reducción de los recursos facilitará su empobrecimiento en calidad al no poder diluir los aportes de contaminantes químicos o biológicos. El aumento de los fenómenos extremos introduce un nuevo elemento de incertidumbre: una inundación puede dañar o colapsar los sistemas de abastecimiento y provocar fugas en colectores de aguas residuales.

El segundo elemento fundamental es que como consecuencia de la subida de temperaturas prevista y de la mayor concentración de materia orgánica ante la falta de dilución, se va a facilitar el crecimiento de bacterias y microorganismos. Por último, la

presencia de materia orgánica masiva en las fuentes de agua prepotable pueden causar un problema de trihalometanos en caso de que se opte por la desinfección con derivados clorados.

Desafortunadamente en este punto se acaban las evidencias científicas. Sabemos que las nuevas condiciones van a favorecer el desarrollo de microorganismos pero no el grado de afección de los ecosistemas acuáticos en estas nuevas condiciones. Se desconoce la distribución y la **variabilidad de microorganismos** que se pueden desarrollar en las aguas de consumo y lo único que podemos ofrecer es una evidencia limitada sobre el tipo de microorganismos que pueden **aparecer** en dichas condiciones y el tipo de enfermedades que pueden producir. Veámoslo:

- *Acanthamoeba/Naegleria*: Meningoencefalitis. Ya presente en España, posible repunte.
- *Aeromonas spp*: Diarreas. Ya presente en España, posible repunte.
- *Campylobacter jejuni*: Gastroenteritis. Ya presente en España.
- *Cryptosporidium parvum*: Criptosporidiasis. Ya presente en España.
- *Cyanobacteria spp*: Dermatitis y diarrea por cianotoxinas. Presente en algunas aguas de baño de forma ocasional, se prevé su aumento en el futuro.
- *Cyclospora spp*: Cyclosporidiasis. Limitada a zonas tropicales, no se espera su aparición en España.
- *Diphyllobothrium latum*: Difilobotriasis. No presente en España.
- *Dracunculus medinensis*: Dracunculiasis. Limitada a zonas tropicales, no se espera su aparición en España.
- *Entamoeba histolytica*: Amebiasis. Limitada a zonas tropicales. Posible presencia en el futuro.
- *Escherichia coli*: Colitis hemorrágica. Presente en España, posible repunte.
- *Fasciola hepatica*: Fascioliasis. Rara en España, no se espera un aumento significativo.
- *Francisella tularensis*. Tularemia. Presente en España, posible repunte.
- *Giardia lamblia*: Giardiasis. Rara en España, posible repunte.
- *Hepatitis A* (virus): Hepatitis. Presente en España, posible repunte.
- *Legionella spp*: Legionelosis. Presente en España, posible repunte.
- *Leptospira interrogans*: Leptospirosis. Presente en España, no se espera un aumento significativo.
- *Microsporidium spp*: Dermatitis y gastroenteritis. Presente en España, posible repunte.
- *Mycobacterium marinum*: Granuloma. Rara en aguas de baño en España, se espera su aparición en el futuro.
- *Pseudomonas pseudomallei*: Meliodosis. Limitada a zonas tropicales, no se espera su aparición en España.
- *Schistosoma haematobium*: Biliarziasis. Limitada a aguas de baño de zonas tropicales, no se espera su aparición en España.
- *Shigella dysenteriae*: Shigelosis o disentería. Rara en España, no se espera un aumento significativo.
- *Streptobacillus moniliformis*. Estreptobacilosis. Rara en España, no se espera un aumento significativo.
- *Salmonella typhi*: Fiebres tifoideas. Presente en España, posible repunte.
- *Vibrio cholera*: Cólera. Rara en España, no se espera un aumento significativo.
- **Varios virus**: Gastroenteritis viriales. Presente en España, posible repunte.

Como vemos, son varias las especies que podrían hacer acto de presencia en el futuro en España como consecuencia del aumento de temperaturas y de la pérdida de

calidad del agua de consumo, pero más significativo es el importante número de especies ya presentes pero que pueden incrementar su incidencia en las nuevas condiciones previstas.

De acuerdo con las previsiones de los expertos, los brotes infecciosos cuya aparición/incremento en el futuro es más probable como causa del cambio climático son los asociados a *Cryptosporidium parvum*, a *Campylobacter* spp y a *Escherichia coli* O157. También se debe prestar atención a los brotes causados por *Microsporidium* spp pero estos parecen estar más ligados a situaciones de inmunodeficiencia en la población. El principal problema sanitario de estas especies es que al formar esporas, los tratamientos convencionales de cloración no consiguen controlar el problema.

Los **brotes** que presentan un alto grado de **estacionalidad** forman parte del otro grupo de impactos relacionados con el cambio climático que hay que considerar. Se trata de microorganismos que ya existen en nuestra región pero cuyos efectos pueden alargarse en el tiempo como consecuencia de periodos de altas temperaturas más largos en el futuro.

Respecto a la estacionalidad de algunas formas infecciosas, se ha observado en repetidas ocasiones que el fenómeno de El Niño, que provoca una subida de temperaturas en amplias zonas del planeta está ligado a la aparición de un número significativamente más alto de brotes de cólera y fiebres tifoideas. Hasta el momento, esta asociación no se ha observado en Andalucía, probablemente porque el aumento de temperaturas no ha sido lo suficientemente alto o porque existe un buen sistema de tratamiento de aguas de consumo que minimiza los riesgos.

Aunque se ha observado una incidencia estacional de las enfermedades causadas por *Cryptosporidium* spp y se han detectado oocistos de estas especies en las redes de agua de consumo europeas y norteamericanas, no está claro que la incidencia responda a los cambios climatológicos sino que parece que está más relacionada con ciertas prácticas ganaderas que sí tienen comportamiento estacional.

Sí que existe una mayor evidencia respecto a las infecciones causadas por *Campylobacter* spp (ver figura x), aunque como se puede ver la correlación no es completa. Al parecer la correlación es tanto más fiable cuanto mayor es la latitud en la que se hacen las pruebas pero en un país del sur de Europa como España no es del todo evidente la relación.

En todo caso, y como resumen, se prevé con altos grados de incertidumbre que en el futuro se observarán en Andalucía un repunte de las infecciones causadas por microorganismos del género *Campylobacter* y *Cryptosporidium*, y la aparición o generalización de infecciones asociadas a los géneros *Salmonella*, *Giardia*, *Escherichia*, *Francisella* y *Aeromonas*.

En cuanto a los problemas asociados a las **aguas recreativas**, se teme en particular que el cambio climático exacerbe los problemas asociados a la presencia de algas verdeazules (cianobacterias), entre los cuales la dermatitis de contacto es uno de los problemas más extendidos si bien es de los que tiene menor gravedad.

La relación existente entre el cambio climático y la proliferación de cianobacterias ha sido explicada en trabajos recientes [Paerl and Huysman, 2008]. En primer lugar se tiene el efecto de la temperatura. Las cianobacterias crecen mejor a temperaturas relativamente elevadas (por encima de los 25°C) que lo hacen otras especies del fitoplancton como son las diatomeas o las algas verdes. Por lo tanto, el cambio climático les confiere una ventaja competitiva en la mayor parte de las aguas andaluzas.

Más aún, el cambio climático tiende a causar que la estratificación térmica de las masas de agua profunda se inicie antes y concluya después, lo que reduce el mezclado

vertical del agua y permitiendo que se alcancen en la capa superficial temperaturas tan elevadas como las mencionadas anteriormente. Como esto además dura más tiempo, el periodo de crecimiento óptimo se multiplica.

Las cianobacterias además reaccionan ante estas condiciones absorbiendo minivesículas de gas en sus células, lo que las hace hincharse. Esto las permite flotar y agregarse en la superficie por encima de otras especies bloqueándoles el acceso a la luz y al oxígeno. Esto supone la práctica eliminación de competencia y además en el proceso se incrementa la absorción de radiación, calentando aún más la superficie. En mediciones efectuadas en el Lago IJsselmeer en Holanda o en el mar Báltico, esta capa de algas puede estar hasta un grado y medio de temperatura por encima que la existente en otras masas de agua de los alrededores.

Por último, el calentamiento global altera los ciclos de precipitaciones y sequías y, como veremos, les confiere a las cianobacterias otras ventajas para su supervivencia y expansión. Precipitaciones más intensas provocan un lavado de los terrenos y que llegue mucha más materia orgánica a los lagos y al mar. A corto plazo, esta llegada masiva de agua puede eliminar las manchas de algas por arrastre pero a largo plazo lo que se produce es que el tiempo de residencia de las aguas es mayor porque pasa más tiempo hasta que se produce una nueva descarga de agua nueva. Las cargas de materia orgánica son rápidamente consumidas en producir una nueva mancha de algas.

Este tipo de procesos se está repitiendo cada vez más en las masas de agua continentales europeas, lo que ha provocado graves interrupciones en el abastecimiento de agua o en el uso de las masas de agua con fines recreativos o para piscifactorías. El intento de construir diques para contrarrestar los periodos de sequía aumenta el tiempo de residencia medio de las masas de agua exacerbando el problema.

En lo que respecta a los efectos sobre la salud, ya se comentó que el más popular o extendido son las conocidas como dermatitis del nadador. No obstante, se ha relacionado el contacto con las cianobacterias y la aparición de muchos otros síntomas como por ejemplo rinitis, molestias intestinales y neumonía atípica. Algunas toxinas presentan características carcinogénicas por lo que se puede inferir que provocan efectos a muy largo plazo y lo que es peor a partir de concentraciones muy pequeñas pero no se dispone de suficiente evidencia epidemiológica como para obtener conclusiones al respecto.

Parece ser que la temperatura es un factor clave en la aparición de manchas de algas y de sus toxinas. Por ejemplo, se han detectado de forma significativa en aquellos veranos inusualmente cálidos del Reino Unido [George et al, 1997] [Palutikof et al, 1997]. Algunas especies producen unas toxinas muy potentes, especialmente hepatotóxicas y neurotóxicas pero apenas se han encontrado correlaciones significativas entre la composición de la mancha de algas y la de las toxinas segregadas.

Las vías de contacto son por contacto pero también por inhalación. Se cree que la inhalación es básica a la hora de desarrollar algunas enfermedades como la neumonía atípica. No obstante, en las zonas costeras y hasta la fecha el principal riesgo para la salud lo constituye la contaminación del marisco (ver mareas rojas causadas por dinoflagelados en las costas españolas o francesas, por ejemplo), aunque esos temas deben tratarse en el apartado de seguridad alimentaria.

Otros de los fenómenos a tener en cuenta en las costas andaluzas es la posible **proliferación de medusas** que se viene observando en los últimos años. Lo que en un principio puede ser considerado como un problema puntual (avistamiento de medusas más propias de mares tropicales) se está convirtiendo en un acontecimiento frecuente sin que se sepa a ciencia cierta la parte de culpa que puede atribuirse al calentamiento de

los océanos o a la modificación de los ciclos termohalinos que se están produciendo como consecuencia del cambio global.

Las medusas son seres muy primitivos que, en general, no poseen movimientos conscientes, sino que son arrastradas por las corrientes. Su proliferación en mares cerrados como el Mediterráneo ha sido atribuida a los siguientes factores:

- Rotura de la cadena trófica: Los peces y reptiles que se alimentaban de medusas han sido esquilados del mar, dejando sin depredadores a estas poblaciones.
- Sobreexplotación pesquera: Han desaparecido muchos peces pequeños que competían con las medusas por el alimento.
- Aporte de nutrientes: La excesiva ocupación de las costas provoca que los vertidos de materia orgánica aumenten, facilitando la proliferación del plancton.
- Disminución de caudal de los ríos: El agua dulce aportada por estos frenaba la llegada de medusas a la costa, ya que necesitan condiciones de más salinidad.

Los problemas de salud causados por las medusas dependen de las especies de que se traten, aunque en la mayor parte de los casos la picadura de medusa, aunque dolorosa entraña poco peligro para la salud. La composición del veneno de las medusas es aún poco conocida, sobre todo porque es muy variable dependiendo de las especies estudiadas. En general se sabe que la fracción tóxica del líquido es de naturaleza proteica con efectos neurotóxicos o citotóxicos, a veces hemolíticos y cardiotóxicos. Las toxinas varían en función de los distintos tipos de nematocistos y dentro de éstos también pueden diferir según las especies.

La acción tóxica final dependerá de la combinación de sustancias que componen el veneno de cada una de las especies de medusas, pero además, los efectos sobre las personas o animales expuestos a aquel, están sujetos a una serie de factores como son:

- Densidad de células urticantes propias de la especie de medusa, que además puede variar según se trate de la umbrela, los tentáculos, u otra parte del cuerpo.

- Zona del cuerpo de la víctima afectada. Si es el tronco o cerca de la cabeza el veneno pasará más rápidamente al torrente sanguíneo que si se trata de las extremidades. El grosor de la piel puede ser determinante. Hay que tener cuidado al tocar la cara o mucosas de nariz boca u ojos después de tocar una medusa poco peligrosa, ya que aunque no se hayan sentido efectos en manos, es probable el arrastre de restos de cnidocitos que se pueden disparar.

- Superficie corporal expuesta. En el caso de los niños, la proporción de superficie afectada puede ser mayor en relación a su volumen y peso corporales y, por tanto, el efecto del veneno manifestarse antes o de forma más generalizada.

- Tiempo de contacto con los tentáculos. Los tentáculos de algunas especies se adhieren al cuerpo al sobre si se realizan movimientos bruscos para zafarse de ellos, lo que aumenta el número de cnidocitos inyectando veneno.

- La cantidad de toxina inyectada, que tiene que ver con los anteriores factores.

- Edad, peso y estado de salud de la persona afectada. También si ha habido exposición previa podría darse una sensibilidad adicional al veneno.

Las manifestaciones más comunes se deben a la acción tóxica y suelen ser el dolor vívido e inmediato y/o un picor intenso en la zona afectada. Estas reacciones son locales y se acompañan con eritema, edema, petequias y pequeñas vesículas, con posible pustulación y descamación. Más rara es la sintomatología de carácter general como náuseas, vómitos y calambres musculares. En los casos más graves se puede producir pérdida de conciencia con el consiguiente riesgo de ahogamiento.

En relación con el hidrozoo *Physalia physalis*, quizá la especie más peligrosa de los cnidarios planctónicos que nos visitan, se han descrito los siguientes síntomas generales: debilidad y malestar general, cefalea, espasmos digestivos, contractura

abdominal, palidez y cianosis, escalofríos, fiebre, calambres, náuseas y vómitos, aumento de la secreción nasal, lagrimeo, disnea, disfagia y disfasia, midriasis y confusión mental.

En cuanto a los problemas de salud asociados a **instalaciones de uso colectivo**, los más significativos son los causados por *Legionella* spp. *L.* se considera un género de bacterias ambientales, ya que su nicho ecológico natural son las aguas superficiales naturales como lagos, ríos y estanques. Necesita un mínimo de 20° C para estar activa, siendo la temperatura óptima de desarrollo los 36-38° C. También pueden encontrarse (aunque con menor frecuencia) en aguas marinas poco salobres y en charcos de agua de lluvia. Se ha aislado ocasionalmente en una gran variedad de suelos húmedos (excepto en los muy ácidos como la turba) y en productos derivados de la madera. Geográficamente, está distribuida a escala mundial. Se estima que entre un 5 y un 12% de las neumonías extrahospitalarias son causadas por este germen.

En ambientes naturales nunca alcanza altas concentraciones y posiblemente se presente como forma simbiótica o parásita de amebas de vida libre de diversos géneros ya que se ha encontrado con frecuencia en el interior de sus quistes. Mediante esta operación, la bacteria puede volverse resistente, careciendo sin embargo de resistencia en estado libre.

La posibilidad de multiplicación intracelular la protege contra la acción de los antibióticos y desinfectantes inespecíficos, de forma que solo responde a aquellos antibióticos que son capaces de penetrar en el interior de las células en las que encuentra refugio. En el cuerpo humano es capaz de reproducirse en los macrófagos, en el interior de vacuolas fagocíticas, proliferando en ausencia de antibióticos específicos.

Desde estos reservorios naturales la bacteria puede pasar a colonizar diversos sistemas de agua artificiales como los abastecimientos de agua de las ciudades ya que las condiciones de éstos son muy similares a las de su hábitat natural. A través de la red de distribución puede incorporarse a los sistemas de agua sanitaria y a cualesquiera otros que requieren dicho medio para su funcionamiento.

Es en estas instalaciones donde la bacteria puede proliferar de forma importante si se dan ciertas condiciones ambientales y la presencia de determinados nutrientes que luego analizaremos. En este momento, si la bacteria alcanza un punto del sistema donde se produzcan aerosoles, puede incorporarse a las gotas, ser expulsada al exterior con ellas quedando suspendidas en el aire y, finalmente, poder alcanzar las vías respiratorias humanas.

Parece pues, evidente, que la temperatura exterior es una variable fundamental para que esta bacteria sobreviva en estado natural. Su supervivencia dentro de las instalaciones depende menos de las condiciones exteriores si el agua tiene algún tipo de climatización pero en muchos casos (instalaciones de agua fría de consumo humano, fuentes ornamentales, instalaciones de refrigeración por pulverización) es uno de los factores fundamentales para su supervivencia.

Por ello se puede comprender que en los escenarios de futuro es probable una mayor tasa de supervivencia de la bacteria en el medio. Si no se toman medidas adicionales, la prevalencia de la legionelosis tenderá a aumentar como consecuencia del cambio climático. También puede aumentar la incidencia por el hecho de que veranos más largos y calurosos seguramente resultarán en un uso más generalizado y duradero de sistemas de refrigeración basados en la evaporación de agua. Por el contrario, la ausencia de vientos y la disminución de la humedad ambiental dificultarán su expansión y que alcancen el sistema respiratorio de la población. En conjunto, no obstante, se puede prever un incremento en la incidencia de las infecciones por *Legionella*.

El cuadro clínico de las infecciones por *Legionella* es muy variable. Incluye formas asintomáticas pero también neumonías graves con complicaciones tan críticas como un posible fallo multiorgánico. Clásicamente se distinguen dos formas clínicas: la infección pulmonar o neumonía (que es la que se conoce de forma habitual como legionelosis) y la fiebre de Pontiac o síndrome global agudo autolimitado.

Se desconoce por el momento el porqué de estas dos formas tan diferentes pero es probable que tenga relación con los inóculos de los microorganismos, con diferentes formas de transmisión y con factores propios del huésped. Se ha apuntado la posibilidad de que la fiebre de Pontiac esté más relacionada con una reacción a los anticuerpos de la enfermedad que con la actividad patógena de la propia bacteria.

La fiebre de Pontiac se presenta como un cuadro febril con dolores articulares y musculares y afectación del estado general con fiebre, tos, dolor torácico y posibles diarrea y/o confusión mental. En general es una enfermedad autolimitada (es decir, que se produce la curación de forma espontánea, sin necesidad de tratamiento) y de pronóstico leve. Su periodo de incubación es de 1 a 3 días y su incidencia de un 95%, aunque no siempre se diagnostica correctamente por ser sus síntomas tan parecidos a los que presentan otras dolencias de las vías respiratorias superiores.

La neumonía, legionelosis o enfermedad del legionario abarca el 5% restante de los casos y presenta un periodo de incubación de entre 2 y 15 días, siendo la media entre 5 ó 6 días. La presentación clínica puede variar desde una neumonía atípica a una forma clásica. Es frecuente la afectación de otros órganos aparte del pulmón como riñones, hígado, tracto intestinal o sistema nervioso. Los síntomas más frecuentes son fiebre elevada, tos, dolores musculares, cefalea, escalofríos, dolor torácico, esputos, diarrea y alteración del estado de conciencia. La letalidad oscila entre el 15 y el 30% de los casos, elevándose en pacientes con problemas de defensas, aunque los porcentajes descienden mucho en el caso de tratamiento precoz con antibióticos. En general, la mejoría se produce a los 3 ó 5 días.

Vulnerabilidad de la población andaluza.-

Para estudiar la vulnerabilidad de la población andaluza ante las enfermedades transmitidas a través del agua se va a proceder a estudiar por separado cada uno de los ámbitos antes establecidos: brotes hídricos por aguas de consumo, aguas de baño y legionelosis. En cada uno de estos ámbitos se intentarán discernir los grupos de mayor riesgo y basándonos en las experiencias previas de prevalencia actual, efectuar algunas previsiones para los escenarios de futuro.

Dentro de los **brotes hídricos** es evidente que se incluye una gran variedad de enfermedades y, en consecuencia, es difícil sistematizar cuáles pueden ser los principales grupos de riesgo. Una gran cantidad de gérmenes pueden ser la causa de epidemias de origen hídrico: históricamente, los primeros gérmenes a los que se han atribuido han sido las Salmonellas y las Shigellas. Hoy en día, otros microorganismos como los Rotavirus, los Campylobacter o parásitos como Giardia se identifican como responsables de las mismas.

La mayoría de los trastornos ocasionados por estos gérmenes son de una gravedad moderada presentándose a menudo en forma de gastroenteritis asociada con diarreas, dolores abdominales o vómitos. Dichos trastornos son por lo general de corta duración. Pueden afectar a algunas personas o a comunidades enteras, dependiendo de la calidad o el tipo de germen presente en el agua. Junto a estas epidemias "benignas", aparecen ocasionalmente enfermedades de origen hídrico mucho más graves.

El tipo de germen, su modo de transmisión así como el perfil de las personas contaminadas determinan la gravedad de la infección: los niños de corta edad, las personas mayores, los inmunodeficientes o los enfermos representan los grupos de población más expuestos a este riesgo. Los brotes de epidemias en las colectividades en que dichos grupos de población sensibles son numerosos (guarderías, escuelas, hospitales, etc.) hacen a menudo las veces de centinela y de alerta de las autoridades.

En general, se puede decir que el mayor riesgo está asociada a la falta de higiene o de sistemas de gestión de aguas residuales eficientes. En cuanto a estas enfermedades transmitidas por el agua, no es de esperar que se produzcan en Andalucía brotes ya que las condiciones higiénicas de las redes de suministro y saneamiento de aguas garantizan, en principio, la seguridad.

No obstante, habría que prestar atención ante un posible repunte de los eventos de lluvias torrenciales que pudieran afectar a los sistemas de depuración y saneamiento y provocar la contaminación del agua, sobre todo en las zonas costeras donde este tipo de eventos se dan con mayor frecuencia [Menne *et al.*, 2006]. Esto podría estar asociado a la gran variabilidad de población que se produce entre los periodos invernal y estival, que afecta a la capacidad de tratamiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

En todo caso, en los últimos años se está asistiendo en Andalucía a un descenso sostenido de los brotes de origen hídrico y del número de afectados por los mismos. Aunque existe un cierto riesgo de que se esté produciendo una subdeclaración de casos motivada por la escasa relevancia de este problema sanitario, lo más probable es que realmente se esté reduciendo la incidencia conforme se producen mejoras en las redes de saneamiento de la comunidad autónoma.

En consecuencia, aunque en el futuro se espera una mayor presencia de microorganismos potencialmente infecciosos, se prevé una menor incidencia de este tipo de enfermedades en consonancia con la tendencia actualmente detectada puesto que se considera que el elemento de mayor riesgo es la ausencia de sistemas de depuración y saneamiento, lo que no es esperable en la situación andaluza.

El segundo grupo de casos es el asociado a las **aguas de baño**. Los daños causados por cianotoxinas han sido detectados solo recientemente y no existen estadísticas claras al respecto, lo que dificulta la identificación de grupos de riesgo y de tendencias en la incidencia de casos.

A diferencia de otras sustancias tóxicas, las cianotoxinas se encuentran generalmente en el interior de las bacterias y solo una pequeña parte de las mismas se halla disuelta en el agua. Al respecto, existe un mayor riesgo cuando las algas han sido dañadas bien por los efectos de envejecimiento o por el uso indiscriminado de alguicidas que pueden romper las paredes celulares. Las células no proliferan dentro del cuerpo humano y solo lo hacen en el agua.

En vez de encontrar grupos de riesgo, lo que existen son prácticas de riesgo por así decirlo. El mayor factor de riesgo es la exposición prolongada a las algas, por lo que durante la realización de deportes que impliquen un contacto con el agua, la exposición a las cianotoxinas es máxima. Existe así un alto riesgo en deportes acuáticos que obligan a la inmersión de la cabeza (natación, buceo, zambullidas deportivas, remo en canoas si se producen vuelcos) o la inhalación de aerosoles (esquí acuático).

Se puede producir un daño hepático acumulativo por la ingestión repetida de microcistinas que puede ocurrir en una temporada continua de baños diarios. Los riesgos de ingestión son particularmente para los niños que juegan en las playas aunque este hecho presenta grandes incertidumbres ya que los daños se producen a largo plazo

y solo cuando el cuadro es severo, por lo que resulta en ese momento muy difícil relacionarlo con una exposición anterior a cianobacterias.

Los trajes de baño y, en particular, los trajes de buceo tienden a agravar los efectos nocivos de las cianotoxinas porque permiten la acumulación de las cianobacterias en los pliegues y fomentan la disrupción celular que aumenta la liberación de las toxinas.

En la actualidad no existen datos fiables de la incidencia de las cianotoxinas en la población andaluza. En los dos últimos años (2010 y 2011) se han detectado por primera vez dos brotes de algas que han causado efectos sobre la salud en una misma playa de Mijas en Málaga.

Durante los días 8 a 10 de agosto de 2010 se detectaron en varios centros de salud diversas agrupaciones de pacientes (sumando un total de 47 afectados) con clínica similar de enrojecimiento ocular, irritación de faringe y disnea y el antecedente de acudir a una misma zona de playa en Mijas Costa donde suelen acudir unas 2000 personas en esa época del año.

*Las determinaciones realizadas en el agua de mar encontraron niveles elevados de un microalga marina, *ostreopsis ovata*. Un fuerte viento y oleaje en una zona de arrecifes produjo aerosoles con microalgas que fueron inhalados por los bañistas creando el cuadro clínico. Se limitó el baño en la zona hasta que los niveles volvieron a ser normales.*

Extracto del informe del año 2010, Consejería de Salud

En el fin de semana del 30 de julio de 2011 se han detectado en diversos centros de salud de las provincias de Córdoba y Málaga varias consultas de personas (un total de 36 según el último recuento) que se quejaban de diversos síntomas banales después de haber pasado un día de playa en la zona de Mijas Costa. Los síntomas incluían tos seca persistente, picor de nariz y algo de rinorrea y febrícula que ceden en unas horas con tratamiento sintomático.

*Después de la experiencia del año pasado se procedió a señalar el hecho e impedir el acceso a la playa y se tomaron las correspondientes muestras. El resultado de las mismas es la presencia de microalgas, especialmente del género *ostreopsis*.*

Extracto del informe del incidente del año 2011. Consejería de Salud.

En los perfiles de baño realizados hasta la fecha no se ha detectado tendencia a la proliferación de macroalgas o cianobacterias en ninguna de las aguas de baño continentales censadas en Andalucía. Se está aún pendiente de la realización de los perfiles de baño de las aguas marítimas. Sin contar con estos datos es difícil realizar una estimación de la incidencia futura de este problema de salud en Andalucía, si bien la tendencia parece ser a que se irá recrudeciendo el problema como consecuencia de la elevación de temperaturas y la aportación masiva de materia orgánica al litoral.

Por último, se afronta el tema de la incidencia de la **legionelosis**. En este apartado sí que existe abundante información al respecto. El contacto con la bacteria no implica necesariamente el desarrollo de ninguna infección, ya que una característica importante de *L. spp.* la constituye su baja actividad infecciosa. Por ello, solo en contados casos, la entrada en contacto con el agente infeccioso desembocará en el desarrollo de una enfermedad.

Dos son los factores que influirán primariamente en la probabilidad o no de que la persona que entra en contacto con la bacteria desarrolle una infección, la peligrosidad del agente infeccioso y la susceptibilidad de la persona. En cuanto a la peligrosidad, debe considerarse tanto la virulencia intrínseca de la cepa bacteriana como la cantidad de bacterias que se ponen en contacto con la población expuesta. Respecto de la

susceptibilidad de la persona, existen tanto circunstancias personales como hábitos que favorecen el desarrollo de la infección.

La enfermedad no se producirá cuando el inóculo es muy bajo (cuando el número de bacterias que se introducen en el organismo está por debajo de una cierta masa crítica) o si las defensas celulares están intactas. Si por el contrario, no se da alguno de estos dos factores, la probabilidad de que la enfermedad se produzca aumenta mucho. Son factores de riesgo desde el punto de vista de las defensas del organismo para padecer la enfermedad que el paciente esté sometido a un tratamiento inmunodepresor como los trasplantados, pacientes inmunodeprimidos de forma habitual o que presenten patologías como neoplasias, diabetes, quimioterapia o insuficiencia renal terminal.

También pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad otros factores como la edad (tener más de 65 años), el sexo (es más habitual en varones), ser fumador habitual, padecer una enfermedad pulmonar destructiva crónica o insuficiencia cardíaca y el consumo de alcohol de forma habitual.

En cuanto a la incidencia actual de Legionella, se tienen datos de la incidencia de la legionelosis desde el año 1997, en el que se declararon 201 casos. Esto dio como consecuencia una tasa de 0,51 casos por cada 100.000 habitantes. Desde entonces se produjo una incidencia creciente hasta el año 2001 en el que el brote surgido en la ciudad de Murcia (650 afectados) llevó la tasa hasta valores superiores a 4 casos por 100.000 habitantes.

Desde ese momento, la alarma social generada contribuyó a un reforzamiento de las labores de prevención de la enfermedad, a la que se puede atribuir la estabilización primero y la disminución posteriormente de los casos declarados, de forma que en estos momentos se encuentra alrededor de una tasa de 3 casos por 100.000 habitantes en 2006 y 2,50 casos por 100.000 habitantes en 2007.

Por comunidades autónomas, las cifras suelen variar de año en año en función de los posibles brotes o clusters que pueden surgir, pero en general los niveles más altos se dan en torno al este o noreste de España, estando comunidades como Aragón, Baleares, Navarra, Euskadi o Valencia por encima de los 5 casos por 100.000 habitantes de forma habitual.

En el caso de la Comunidad Autónoma Andaluza, la incidencia es sensiblemente menor a la del conjunto de España, situándose entre los 90 casos declarados en el año 2004 (1.15 casos por 100.000 habitantes) y los 166 declarados en el año 2007 (2.02 casos por 100.000 habitantes). En los últimos 3 años se ha observado un aumento sensible no coyuntural de los casos con lo que ahora se observa una tendencia estable en cuanto a los casos declarados pero a niveles superiores a los de los años anteriores. En todo caso, se siguen observando significativas desviaciones entre temporadas como consecuencia de la posible declaración o no de algún brote.

Probablemente este incremento puede correlacionarse con el crecimiento tanto en el número como en el tiempo de uso de instalaciones de riesgo que se han ido generalizando conforme se ha elevado el nivel de vida de la ciudadanía, especialmente en lo que respecta a sistemas de climatización colectivos con sus respectivas torres de refrigeración asociadas.

A nivel provincial, Granada, Córdoba, Málaga y Huelva suelen presentar las tasas más elevadas. Del resto, señalar que la provincia de Almería es la que posee la tasa menor seguida de la de Cádiz. Jaén y Sevilla se sitúan también por debajo de la tasa andaluza. En términos absolutos, normalmente son las provincias más pobladas como Sevilla y Málaga las que suelen presentar más casos.

La tendencia hacia el futuro no es prometedora y se prevé que el cambio climático va a incrementar la tasa de incidencia de Legionella como consecuencia del aumento de temperaturas que facilitará la supervivencia de la especie en el medio y el mayor uso de las instalaciones de refrigeración que se producirá conforme aumenten las temperaturas.

No obstante, el principal problema no tendrá un origen ambiental sino que vendrá dado por el aumento de la susceptibilidad de la población. La tendencia en Andalucía es hacia un envejecimiento progresivo de la población y a la generalización de las patologías relacionadas con el nivel de vida opulento (diabetes, hipertensión, etc) que como vimos son un factor de riesgo a la hora de contraer la enfermedad. Quizá la moderación del consumo de tabaco, si se produce en el futuro, pueda ser un elemento que reduzca la tasa de incidencia de la legionelosis.

Acciones correctoras frente a los posibles riesgos.-

Como se comentaba con anterioridad, a priori, las condiciones de higiene en Andalucía garantizan la seguridad respecto a la aparición sistemática de este tipo de enfermedades. Sin embargo, se puede esperar una pérdida de la estacionalidad de la aparición de las mismas en favor de una prolongación de la época favorable para su transmisión.

A este respecto, la Consejería de Salud realiza ya las siguientes actuaciones:

- Actuaciones específicas de control de abastecimiento de agua potable, calidad de aguas de baños costeras, continentales y recreativas, que realizan las unidades de sanidad ambiental e higiene alimentaria.
- Realización de informes sanitarios para cada nueva infraestructura de suministro de agua de consumo humano, en la que se evalúa el riesgo sanitario existente y potencial.
- Vigilancia a través del SVEA y el SIMAN de las toxi-infecciones alimentarias (salmonelosis, estafilococias,...) y otras enfermedades de transmisión hídrica o alimentaria (hepatitis A, fiebres tifoideas,...).
- Vigilancia y control de las instalaciones de riesgo de proliferación y difusión de Legionella, conforme a la normativa estatal y regional.
- Otras enfermedades emergentes de este ámbito tales como el cólera, son vigiladas a través del Reglamento Sanitario Internacional.
- Fomento de la investigación referente a la toxicología de las cianobacterias y a su presencia en las aguas de baño de la comunidad autónoma.
- Coordinación con las diferentes administraciones implicadas (locales, medioambientales, hidráulicas) para la identificación de los problemas que causan riesgos para la salud en aguas de baño y la corrección de dichos problemas.
- Difusión de información en la página web dirigida a la ciudadanía para que conozcan los riesgos a los que se encuentran sometidos y las posibles actuaciones a realizar para minimizarlos.
- Formación permanente de sus trabajadores para que puedan realizar evaluaciones de riesgo adecuadas en estos aspectos emergentes o de nueva aparición.

En particular, existe todo un programa de actuaciones a realizar para la minimización del riesgo en instalaciones donde puede proliferar Legionella. Sin ánimo de ser exhaustivos se pueden agrupar en los siguientes grupos:

- Notificación a las autoridades de la existencia de instalaciones de mayor riesgo.

- Realización de un diseño apropiado para que no se fomente la proliferación y/o difusión de Legionella, basado en la selección de materiales, disposiciones constructivas, emplazamientos de los puntos de emisión de aerosoles, sistemas de filtración, etc
- Funcionamiento en condiciones que eviten la supervivencia y multiplicación bacteriana mediante el control de la temperatura y la limpieza permanente.
- Realización de un plan de mantenimiento higiénico-sanitario que incluya revisión periódica de la instalación, programa de control de la calidad del agua y realización de desinfecciones periódicas.
- Mantenimiento de un registro en el que se documenten todas las actuaciones realizadas y la identificación de riesgos con sus medidas correctoras.
- Actuaciones en caso de detección de Legionella en alguno de los controles planificados o realizados ante la aparición de brotes, incluyendo limpieza y desinfección.
- Formación de los responsables para que puedan cuidar de su salud laboral y la de las personas que se encuentran en el radio de acción de las instalaciones.

En todo caso, será necesario habilitar nuevos planes de actuación para hacer frente a los nuevos problemas causados por el cambio climático. En particular, sería interesante introducir dentro de los programas de control de las aguas de consumo actuaciones que permitan reducir los riesgos asociados a estos microorganismos emergentes. También se estima fundamental que los responsables de Medio Ambiente publiquen los perfiles de aguas de baño marítimas de nuestra comunidad para que se puedan prever las situaciones de riesgo y tomar medidas.

Otro tipo de medidas importantes serían las de difusión de información a la población para que conozca los riesgos emergentes a que se enfrenta y pueda tomar medidas al respecto, en particular sobre sus hábitos de vida en relación con el consumo de agua y el baño en playas. El refuerzo de los sistemas epidemiológicos para la obtención de datos relevantes es otra medida que sin duda contribuirá a facilitar la planificación a corto plazo.

Análisis de la vulnerabilidad en el ámbito de la seguridad alimentaria.-

Pendiente de desarrollo en posteriores informes

Análisis de la vulnerabilidad frente a cambios en las especies vegetales.-

Análisis de riesgos: alergia al polen y otras enfermedades relacionadas.-

Las alergias primaverales son unos problemas menores de salud en el sentido de que no comprometen la vida de las personas que las padecen pero simultáneamente se revelan como una fuente de incapacidad y de molestias tremendas que además pueden agravar otro tipo de dolencias respiratorias. Otro elemento de relevancia es el significativo aumento de la prevalencia de estas patologías en los últimos años, lo que las confiere el derecho a un capítulo propio en este plan. Máxime cuando uno de los efectos más claros del cambio climático puede ser el alargamiento de las temporadas de polinización de muchas especies vegetales.

Las alergias respiratorias más comunes en Andalucía están causadas frecuentemente por el polvo y el polen, y sus efectos se disparan en primavera, sobre todo si no hay lluvias abundantes. Según la Encuesta Andaluza de Salud, a un 8,1% de

la población andaluza su médico le ha diagnosticado algún tipo de alergia crónica. Una cifra que está aumentando cada año debido a diferentes factores de la vida diaria como la contaminación o el cambio climático.

La alergia es una reacción exagerada del organismo ante una sustancia que la percibe como un agente nocivo. El sistema inmunológico de nuestro organismo se activa cuando detectan agentes extraños. Ocasionalmente, este sistema de defensa considera a algunos agentes extraños dañinos para el organismo aunque no sean peligrosos y cuando estos entran en contacto con el organismo se produce una respuesta que causa los síntomas de la alergia. Habitualmente, las sustancias más frecuentes que causan este tipo de respuestas son el polen, el polvo o algunos medicamentos, entre otras.

Durante la estación primaveral abundan los casos de alergia al polen porque se trata de la época del año en la que las plantas lo producen y lo esparcen a la atmósfera. En Andalucía, los causantes del mayor número de alergias por polinización son los árboles como el plátano, el ciprés, el acebuche, pero sobre todo **el olivo**. En la planta, el polen tiene un aspecto de polvo amarillento pero al dispersarse en el aire, no se ve.

Los pólenes son granos minúsculos que se producen en el aparato reproductor masculino de la flor y su función es transportar las células espermáticas al aparato reproductor femenino para producir la fecundación y dar lugar al fruto. El polen debe distinguirse de las semillas con pelusillas (pelusillas blancas) que producen los chopos y otras plantas en primavera. Algunos pacientes culpan a estas pelusillas de la alergia cuando en realidad ésta la produce el polen disperso en la atmósfera.

Para que una persona sea alérgica al polen debe de tener una respuesta inmunitaria de inmunoglobulinas IgE en su sangre y en la superficie de las células efectoras (mastocitos y basófilos). Estas células con la IgE en su superficie se encuentran circulando por la sangre o en la estructura de las mucosas (conjuntiva, mucosa nasal, mucosa bronquial, etc.). Al contacto con los pólenes del aire las IgE forman unos puentes que destruyen la membrana de las células efectoras liberándose diversos mediadores.

El principal es la histamina (similar al mediador que producen las hortigas), ésta produce picor y salida de líquidos de los vasos sanguíneos a las mucosas y por ello se produce la hinchazón de las mismas. Las personas que producen IgE contra los pólenes son un grupo especial que en general se les llama atópicos. Suele ser una tendencia familiar y por ello es frecuente encontrar en las familias a varios miembros con iguales síntomas.

La alergia al polen es más frecuente en personas jóvenes, aparece en la adolescencia, y tiende a mejorar a partir de los 50 años. Aunque cada persona lo siente de una manera, se considera que se sufre de alergia al polen cuando en un día soleado y con viento se sienten estos síntomas y, sobre todo, se agravan al salir a la calle:

- **Conjuntivitis**
 - picor de ojos
 - lagrimeo
 - coloración rojiza de la conjuntiva
 - hinchazón de los ojos
 - sensación de arenilla en los ojos
- **Rinitis**
 - picor nasal
 - agüilla profusa
 - estornudos
 - obstrucción de la nariz

- **Malestar**
 - Cansancio
 - depresión
 - fiebre

No obstante, el principal problema sanitario se produce cuando coincide una alergia al polen con otro tipo de dolencias respiratorias, en especial, **el asma**. Aunque las alergias y el asma son dos afecciones distintas, ambas están relacionadas. Las personas con alergias —en especial, aquellas que afectan la nariz y los ojos— son más propensas a padecer asma.

No obstante, no conviene olvidar que no todas las personas alérgicas tienen asma, y no todos los casos de asma están relacionados con alergias. Lo que sí es cierto es que alrededor del 70% de los niños asmáticos también padecen alguna alergia. Y que mucha gente asmática descubre que sus síntomas empeoran cuando se exponen a determinados alérgenos (factores que provocan una reacción alérgica en determinadas personas).

Según los últimos consensos de expertos, el asma se define como un trastorno inflamatorio crónico de las vías aéreas en el que intervienen múltiples células, (mastocitos, eosinófilos, linfocitos T, neutrófilos y células epiteliales). El mecanismo por el que se origina la inflamación, aproximadamente en el 80% de los casos, es alérgico. Esta inflamación causa episodios recurrentes de sibilancias ("pitos" o silbidos respiratorios), dificultad respiratoria, opresión torácica y tos (especialmente por la noche y/o primeras horas de la madrugada). Estos síntomas se asocian habitualmente con una limitación variable del flujo aéreo que es, al menos parcialmente, reversible de modo espontáneo o con tratamiento. La inflamación también provoca un aumento de la respuesta de las vías aéreas a una diversidad de estímulos inocuos para el resto de la población, que se denomina hiperreactividad bronquial.

El asma es una enfermedad muy frecuente, que puede afectar a individuos de cualquier edad, raza y área geográfica, aunque es mayor en los países más desarrollados. En España su prevalencia se sitúa en torno al 5% de la población adulta y hasta en un 10 % de los niños, tendiendo a incrementarse en los últimos 20 años en ambos grupos de población. En la edad infantil es más frecuente en los varones, aunque con los años se va igualando progresivamente para pasar a ser más frecuente en las mujeres, a partir de la cuarta década de la vida.

Existe una serie de agentes que, si bien no son causantes del asma, sí pueden desencadenar una crisis en individuos asmáticos:

- Contaminantes ambientales, como partículas de motores diesel, ozono, óxido nítrico y compuestos azufrados, pueden propiciar una crisis asmática. En los días de mayor contaminación ambiental se ha comprobado una mayor demanda en los servicios de urgencias por crisis de asma. Además, la contaminación puede aumentar la potencia de algunos alérgenos, como ciertos pólenes (el más estudiado es el abedul).
- El humo del tabaco tiene un efecto irritante directo sobre la mucosa de los bronquios, lo que perjudica aún más la función respiratoria de los pacientes asmáticos. Por otra parte, parece aumentar la posibilidad de desarrollar asma en los niños expuestos de forma pasiva, posiblemente por un efecto también irritativo de la vía aérea.
- La inhalación de productos irritantes como la lejía, amoníaco, etc. por su efecto irritativo sobre la mucosa de la vía respiratoria.
- El ejercicio puede producir una obstrucción de la vía aérea, especialmente si se realiza en un ambiente frío. El aire se debe calentar antes de llegar al alvéolo

pulmonar, acción que normalmente se realiza en la mucosa nasal. Cuando hacemos ejercicio, los volúmenes de aire movilizados son mayores y no es posible calentarlos adecuadamente por la mucosa nasal, por lo que es la mucosa bronquial la que realiza parte de dicho cometido. Esto puede originar alteraciones locales en la mucosa, ya afectada previamente, que derivan en crisis de asma.

- **Fármacos:** Los betabloqueantes (usados en el tratamiento de la hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y glaucoma) pueden provocar una crisis de broncoespasmo en pacientes asmáticos. La toma de aspirina y otros AINES puede desencadenar una crisis en asmáticos con ASA-tríada que padecen intolerancia a antiinflamatorios no esteroideos.

Otra enfermedad relacionada o empeorada por la alergia al polen la constituye la Dermatitis atópica, o también se llama **Eczema atópico** o **Eczema constitucional**. Es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel que cursa por brotes. Afecta fundamentalmente a niños y adolescentes y con menor frecuencia a adultos. Su aparición se puede iniciar en los primeros años de vida, en la mayoría antes de los 5 años y a veces antes de los 6 meses (eczema del lactante) y en estos casos, puede remitir espontáneamente (entre los 2-3 años) o bien persistir en la adolescencia.

Dependiendo de la edad del paciente la localización de las lesiones es diferente, en general todos ellos tienen una piel muy seca y sufren picor intenso.

- En la época de lactante las zonas más frecuentemente afectadas son las mejillas, mentón, cuello, tronco y extremidades.

- En la edad infantil los eczemas aparecen de un modo muy característico, son bilaterales y simétricos, como por ejemplo, detrás de las dos orejas, alrededor de las comisuras de los labios, detrás de las dos rodillas, en las zonas de flexión de los codos, muñecas y manos.

- En la edad adolescente su localización más frecuente es en manos y zonas de flexión. En el adulto las lesiones se localizan predominantemente en cara, dorso de las manos y zonas de flexión de las extremidades.

Aún siendo una enfermedad con un sustrato alérgico, su causa se desconoce, pero sí sabemos que diversos factores pueden influir en su presentación, entre ellos, alérgenos inhalados y alimentos. Así es frecuente que estos pacientes tengan elevados en sangre los niveles de una proteína, la Inmunoglobulina IgE total y también la Inmunoglobulina IgE específica frente a diferentes alérgenos (ácaros, pólenes, mohos.) y pruebas cutáneas positivas a dichos alérgenos. En aquellos pacientes en los que se demuestre una implicación de estos alérgenos en los episodios de dermatitis atópica, son necesarias medidas de control ambiental estrictas que irán asociadas a una mejoría del eczema.

Situación palinológica actual.-

Las principales familias vegetales presentes en España que se relacionan con alergias al polen son las siguientes:

- **Gramíneas:**

Las gramíneas (poaceae o gramineae) son la primera causa de alergia en nuestro país y se distribuyen por el centro y norte de España. Aunque incluye varios miles de especies, es la subfamilia Pooideae la que contiene la mayoría de los géneros importantes que producen polinosis (Phleum, Dactylis, Lolium, Trisetum, etc.). Se trata de malas hierbas que crecen en los bordes de las carreteras, campos de cultivo o descampados. Las concentraciones atmosféricas de gramíneas varían de un año a otro. En Castilla León, Castilla La Mancha, Extremadura y el interior de Levante y Andalucía la concentración

que se produce desde abril a julio está relacionada con la pluviosidad preestacional, es decir, con la registrada entre octubre y marzo. Su periodo de polinización es muy amplio ya que la floración de cada una de sus especies se da en un momento determinado. Aunque en la denominada España verde (macizo galaico y cornisa cantábrica) hay una alta concentración de gramíneas, la polinización es moderada ya que llueve mucho en los meses de floración.

- **Oleas:**

La familia de las oleaceae incluye numerosos árboles y arbustos aunque sólo tres influyen de una manera significativa en la carga atmosférica: el Fraxinus (febrero-marzo), la Olea (abril-junio) y el Ligustrum (julio). El Olivo es el más frecuente y alergénico y abunda en la zona mediterránea, por lo que también afecta a otros países como Italia, Israel, Grecia, Turquía y Portugal. Tras las gramíneas, el olivo es la segunda causa de alergia en España. Jaén es la provincia más afectada, puesto que el 62 por ciento de su extensión está dedicada a la extensión y el 95 por ciento de los alérgicos está sensibilizado al olivo. Otras zonas afectadas son Córdoba, Sevilla, Málaga, Granada, Ciudad Real y Toledo.

- **Parietaria (Urticaceae):**

La parietaria es una familia de malezas muy alergénica y es una de las principales fuentes de polen alergénico en las regiones costeras mediterráneas. La especie más importante es la Parietaria judaica que se encuentra en solares y paredes de estas áreas. El periodo de polinización se extiende de febrero a noviembre dando una sintomatología multiestacional y perenne que, en ocasiones, puede ser confundida con rinitis o asma crónicos. Este hecho se ve favorecido por la aparición tardía de este tipo de polinosis en pacientes que superan los 30 años de edad. Las provincias más afectadas son Barcelona, Murcia y Valencia con una prevalencia que oscila entre el 25 y el 50 por ciento de los pacientes con polinosis. Su presencia también es importante en el norte de España, especialmente en La Coruña, donde afecta al 28 por ciento de la población, y en Bilbao, cuya incidencia alcanza el 4 por ciento.

Centrándonos en particular en **Andalucía**, la mejor fuente de información la constituye la Red Andaluza de Aerobiología (RAA). Esta red se constituyó en 1992 de forma paralela a la Red Española de Aerobiología. El objetivo de esta Red es analizar las partículas biológicas del aire, mediante captadores distribuidos por toda Andalucía. De esta forma, se pueden facilitar datos de los niveles de granos de polen y esporas de hongos del aire, así como previsiones de la calidad biológica del aire, con interés tanto a nivel sanitario, para pacientes alérgicos y profesionales de este campo, como a nivel medioambiental y agrícola.

Actualmente se ofrece información polínica (incluso on-line) de las 8 capitales de provincia así como de algunas zonas rurales de especial interés (Priego de Córdoba, Baena, Hornachuelos, Chirivel y Velez Málaga). Desde que se constituyera la Red se han realizado también trabajos de investigación sobre la calidad del aire en Estepona, Antequera, Motril y Nerja.

En la RAA se utilizan de forma normalizada captadores de partículas olumétricos por succión, basados en el principio del impacto (Hirst, 1952). Estos captadores permiten obtener datos homologables independientemente de las características biogeográficas y bioclimáticas de la zona en la que se realice el muestreo. Estos aparatos permiten asimismo, obtener datos horarios a lo largo de todo el día. El caudal de succión es de 10 litros de aire/min, similar al volumen de inhalación de aire por el pulmón humano.

Se trata de un sistema de monitorizaje utilizado por todos los grupos de trabajo de los diferentes países componentes en la European Aeroallergen Network (EAN) en la cual se encuentra integrada la REA.

Entre las ventajas de utilizar captadores tipo Hirst se citan la robustez del aparato, que ha de permanecer ubicado en el exterior sometido a las inclemencias meteorológicas, la simplicidad de su manejo, su eficacia y los mínimos requerimientos que necesita para su funcionamiento ya que, una vez elegido el sitio de ubicación, sólo es necesario disponer de una toma de corriente permanente y de un sistema de anclaje a la superficie.



Figura 22: Captador polínico situado en azotea Univ Córdoba. Fuente, RAA.

La concentración polínica debe expresarse como una media diaria en granos de polen por metro cúbico de aire. De esta forma, los datos obtenidos son comparables con los proporcionados por otros lugares. Para ello, se debe multiplicar el número de granos de polen contabilizados por un factor que tendrá en cuenta el volumen de succión de aire muestreado (10 litros/minuto), y la superficie del campo del microscopio que se esté utilizando (40x10 aumentos). Estas medidas quedan reflejadas dentro del protocolo de trabajo de la Red Española de Aerobiología.

Los géneros que se muestrean o contabilizan son los siguientes: *Acer*, *Alnus*, *Apiaceae*, *Artemisia*, *Betula*, *Brassicaceae*, *Cannabinaceae*, *Castanea*, *Casuarina*, *Cedrus*, *Compositae*, *Corylus*, *Cupressaceae/Taxaceae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Ericaceae*, *Fraxinus*, *Helianthus*, *Juncaceae*, *Ligustrum*, *Mercurialis*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Olea*, *Palmae*, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, *Poaceae*, *Populus*, *Quercus*, *Rosaceae*, *Rumex*, *Salix*, *Sambucus*, *Ulmus*, *Urticaceae*, *Urtica membranaceae*, una categoría de “No identificados” y finalmente se calcula el resultado total.

Los resultados que se obtienen varían de año en año. No obstante, agregando los datos y obteniendo medias se pueden encontrar unas tendencias globales que se representan en los denominados calendarios polínicos. En ellos se representan los periodos de polinización más o menos intensa de los diferentes tipos de especies vegetales. Como ejemplo, seguidamente se representa un calendario polínico simplificado para España.

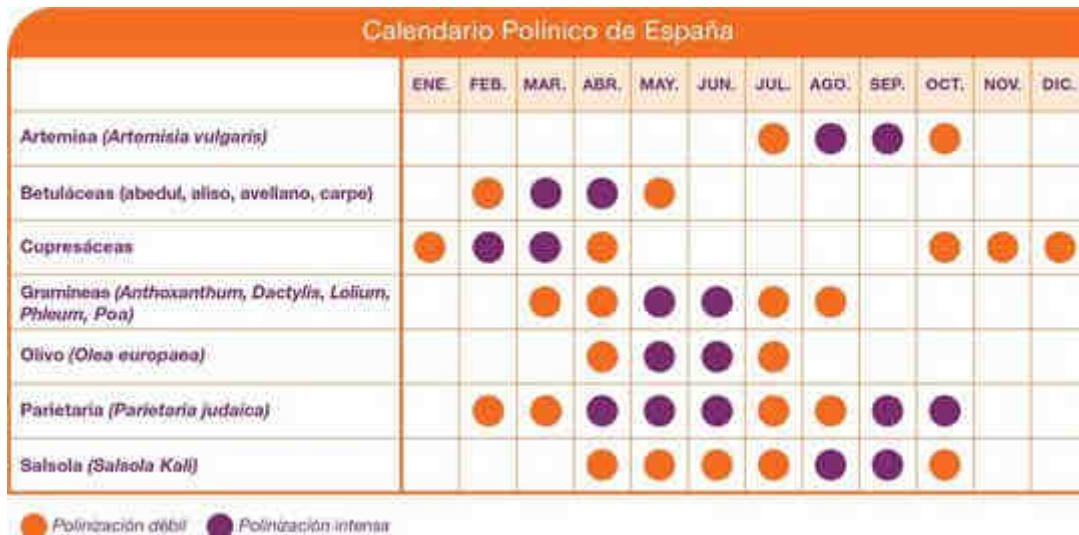


Figura 23: Calendario polínico en España. Fuente: *alero AL, Cadahía A, editores. Polinisis: Polen y alergia. España: mra ediciones, SL; 2002. Comité de Aerobiología de la SEAIC. Atlas Aerobiología y Polinisis [CD]. SEAIC.*

Un caso más concreto lo representa el otro ejemplo porque está particularizado para Granada y porque recoge un mayor grado de detalle en cuanto a especies y en cuanto a intensidad de polinización:

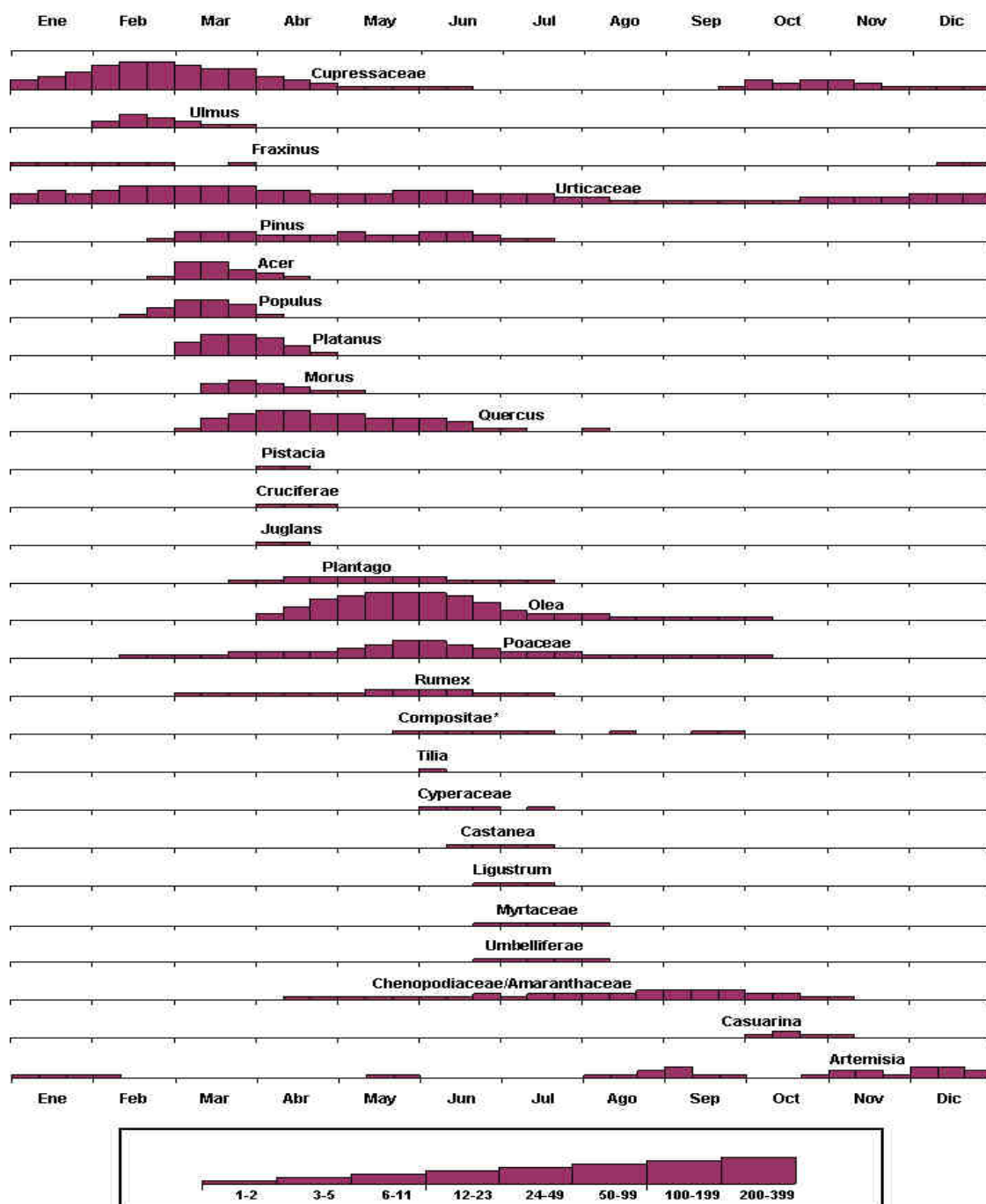


Figura 24: Calendario polínico para Granada. Fuente, Red Aerobiológica de Andalucía.

En todo caso, además de conocer los meses en que se pueden producir los efectos alérgicos, lo más importante es conocer el grado de afección de la población al polen. El 65% de las personas que son diagnosticadas de algún tipo de alergia en España residen en entornos urbanos, una cifra que ha sufrido un incremento importante en la última década (Alergológica, 2005).

Desde el año 1992, se ha revelado el incremento de las alergias entre la población urbana, relacionado con el modo de vida occidental. Los sistemas inmunológicos de las personas que viven en núcleos urbanos “reaccionan peor frente a sustancias polínicas”. Tal y como muestra la Figura x, el porcentaje de población urbana en la ciudad de Córdoba que presenta reacciones alérgicas se ha incrementado desde 1984.

	1984-1990	1999-2001
<i>Chenopodium</i>	22.50	32.65
<i>Olea</i>	60.80	80.26
<i>Parietaria</i>	2.50	11.59
<i>Plantago</i>	29.16	33.87
<i>Poaceae</i>	82.50	73.00
<i>Platanus</i>	No tested	19.73

Figura 25. Porcentaje de pacientes que muestran reacciones alérgicas ante distintos pólenes en la ciudad de Córdoba. Fuente: Sánchez-Mesa et al., 2005

Diversos factores podrían justificar este incremento:

§ Una de las causas podrían ser las partículas emitidas por los motores diesel, ya que estas partículas favorecen el transporte del polen hasta el aparato respiratorio y aumentan la capacidad alérgica de los mismos.

§ Otras teorías atribuyen el incremento de las enfermedades alérgicas a factores como el cambio de dieta o la existencia de hábitos que favorecen unos ambientes cada vez más esterilizados en la vida cotidiana.

§ Se ha constatado que la contaminación, especialmente la generada por los coches, favorece cambios genéticos que nos “hacen más propensos a las alergias”.

§ El abandono de las tierras de cultivo podría ser otro de los factores que propicia la aparición de malezas y de malas hierbas, cuyos pólenes en contacto con las personas susceptibles provocan la aparición de procesos alérgicos.

La conclusión es, pues, que el problema de las alergias es importante y va en aumento. Por esta razón, la Delegación Provincial de Salud, en respuesta a los objetivos del III Plan Andaluz de Salud, ha desarrollado el Plan de Alerta frente al Polen.

Cambios en la polinización inducidos por el cambio climático.-

El impacto del cambio climático y, en particular, del calentamiento global, está siendo observado ya en muchos ecosistemas animales y vegetales. La fenología es la ciencia que estudia los comportamientos estacionales de los animales y es seguramente la que más rápidamente está notando la respuesta que dan los seres vivos al cambio global. Ni siquiera se precisa la observación metódica y concienzuda de los científicos, muchas especies de plantas y animales son fácilmente reconocidas por la población que observa con sorpresa situaciones anómalas en sus comportamientos y/o migraciones.

La fenología de las especies vegetales es quizá uno de los mejores bioindicadores que se pueden desarrollar ya que las tendencias detectadas pueden proveernos una cantidad considerable de información espacial y temporal sobre los cambios que se producen en la naturaleza. [Menzel et al, 2006]. Por ello, existe toda una inmensa colección de datos de tendencias fenológicas que probablemente estén relacionadas con el calentamiento global.

Se poseen datos de cambios tan fáciles de detectar como los comportamientos típicos de primavera, fechas de inicio del cortejo, de la puesta de los huevos en aves, la primera vez que se escucha el canto de determinadas especies, la llegada de especies que emigran, el nacimiento de determinados insectos y naturalmente la floración de especies vegetales y el inicio de la polinización.

Como regla general, las actividades que marcan el inicio de la primavera se vienen observando a fechas más tempranas desde la década de los sesenta. Los procesos de reproducción en las especies vegetales dependen sobre todo de la temperatura ambiental en el caso de las especies arbóreas [García Mozo et al, 2000], si bien las especies herbáceas dependen más de las precipitaciones y de la fotoperiodicidad [Galán et al, 2005]. Se ha observado igualmente que las especies cuyos ciclos reproductores se han adelantado más son las que florecen al principio de la primavera antes que las que florecen con la estación más adelantada [Ahas et al, 2002].

En España se ha observado un aumento de las temperaturas, especialmente de las mínimas de hasta un grado y medio en la media anual [Fernández-González et al, 2005]. Este aumento ha sido más notable en el sur, donde se encuentra Andalucía. También están disminuyendo las precipitaciones y cuando se producen, tienden a ser más torrenciales. [Pita, 2003]

Mientras que se han realizado un gran número de estudios sobre especies vegetales de las latitudes frías, solo recientemente se ha empezado a prestar atención a las especies más representativas del clima mediterráneo. En particular, dado su importancia económica y su representatividad ecológica, las especies que poseen un mayor interés en Andalucía son la encina (como representante principal del ubicuo género *Quercus* y por su importancia económica en las dehesas), el olivo (en España se produce un tercio de la producción mundial de aceite), la vid y algunas especies de gramíneas cultivadas (aunque de hecho su aportación a los niveles de polen es inferior a la de las especies silvestres).

El tipo de fenofases para las que se han recopilado datos son:

- Floración.
- Maduración del fruto.
- Aparición de brotes.
- Caída de las hojas.

De todas ellas, la fenofase más interesante es la de floración pues es la más directamente relacionada con la polinización. A continuación se resumen los resultados encontrados:

A lo largo de los años en que se produjo el estudio, el inicio de la floración de las encinas se produjo dentro de un periodo de hasta sesenta días, pero con un progresivo avance significativamente estadístico hacia un comienzo más temprano que se puede cuantificar en 1.6 días al año (27 días en conjunto). Esto quiere decir que en promedio, las encinas comienzan a polinizar casi un mes antes de lo que lo hacían hace diecisiete años, cuando se comenzó el estudio.

En cuanto a la floración del olivo, los estudios *in situ* han detectado un avance en la fecha de inicio de 6 días en Pozoblanco, 40 en Bujalance (ambas localidades en la provincia de Córdoba) y otros 40 días en Huéscar (Granada). La fecha de inicio de la polinización de las gramíneas se ha adelantado de media unos dieciséis días en diversas localidades de la provincia de Granada.

En cuanto a la correlación con variables climatológicas, parece ser que es la temperatura media la que está provocando este avance en el inicio de la floración, ya que las precipitaciones no producen correlaciones significativamente estadísticas. El avance es más marcado en las especies arbóreas ya que las herbáceas se hallan más limitadas por las necesidades hidrológicas, al parecer. [García Mozo, Mestre y Galán, 2008].

Cambios en la alergenidad de las especies polínicas.-

Todo lo anterior se relaciona con una mayor duración de la temporada de polinización, lo que evidentemente redundaría en una mayor duración de la temporada de síntomas de las personas alérgicas. Pero existe otro factor a considerar y es el posible efecto del cambio climático en el contenido de polen en la atmósfera e incluso de su alergenicidad. Todo ello se discute en un proyecto de recopilación de información llevado a cabo conjuntamente por la Academia Europea de Alergología e Inmunología Clínica (EAACI) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS) y que se ha publicado recientemente [Cecchi et al, 2010].

Los factores climatológicos o atmosféricos que se vinculan con la modificación de la alergenicidad de los pólenes o de su concentración en la atmósfera son el aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera (por ser la única fuente de carbono en el proceso de fotosíntesis), la temperatura y la humedad. Estos últimos afectan a la tasa de crecimiento de las especies y las precipitaciones también a la capacidad de permanencia de las esporas en el aire.

La alergenicidad del polen está relacionada con la concentración de alérgenos en el aire y es el factor predominante para determinar el efecto del polen sobre la salud de los pacientes sensibilizados. Algunos estudios señalan un incremento en la concentración de alérgenos para los pólenes de especies que crecen en un ambiente con un contenido mayor en CO₂. Este tipo de estudios se han realizado en realidad [Singer et al, 2005] para intentar determinar el motivo por el que se está disparando el efecto de la fiebre del heno en ambientes urbanos (más enriquecidos en dióxido de carbono) pero a la misma vez permite anticipar que en un futuro [Zirka et al, 2003] en el que se esperan mayores concentraciones de este contaminante en el aire, las afecciones causadas por el polen tenderán a aumentar.

También se ha observado para algunas especies (como por ejemplo el abedul) que los árboles que crecen expuestos a mayores temperaturas tienden a producir mayores cantidades de alérgenos [Hjelmroos et al, 1995] y, en consecuencia, incrementan el riesgo de padecer una reacción alérgica. También se ha observado este efecto en la hiedra venenosa. Puesto que en el futuro se espera un aumento de las temperaturas es también probable que se incremente el efecto del polen sobre la población sensibilizada.

Un efecto secundario (en términos de alergenicidad) del aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera es que produce un incremento de la masa vegetal. Se ha calculado un aumento de hasta un 31% en la biomasa vegetal [Jablonski et Curtis, 2002] y de un 19% en la intensidad de floración [Cyrtilis et Wang, 1998] cuando se somete a las especies a una atmósfera rica en CO₂. El resultado previsible de este aumento en la biomasa es una mayor intensidad polinizadora y una mayor afección a la población alérgica.

Existe otro factor a considerar y es el denominado “asma de tormenta”. Se trata de una serie de ataques de asma que sobrevienen a continuación de una tormenta y que se atribuyen a la mayor dispersión de alérgenos como consecuencia de la ruptura por presión osmótica de los granos de polen. [Packe et Ayres, 1985]. Puesto que se espera una mayor frecuencia y gravedad de los fenómenos tormentosos, resulta razonable esperar que se agudicen los efectos causados por el asma de tormenta en el clima del futuro.

Por último, se debe tener en cuenta el posible efecto que se derivará de la modificación de los ecosistemas producidos por el cambio climático. La aparición de nuevas especies y la desaparición de otras preexistentes va a modificar con toda seguridad el efecto del polen sobre la salud de la población. Sin embargo, resulta completamente imposible discernir en qué sentido se producirá esta modificación, si

mejorará o empeorará los efectos. En principio, se espera que las condiciones de los ecosistemas se asemejen a los existentes en latitudes más meridionales y en altitudes inferiores. En el caso andaluz, seguramente hará que predominen las especies herbáceas frente a las arbóreas, lo que puede producir un aumento de los casos de fiebre del heno pero la incertidumbre al respecto es muy elevada.

A este respecto, la aparición de nuevos alérgenos bien sea por la aparición de las nuevas especies o por un aumento en la distancia a la que pueden ser transportados los granos de polen suelen tener efectos muy negativos pues actúan sobre poblaciones no expuestas a dichas especies, sensibilizándolos. Quedan así expuestos a que en el futuro desarrollen alergia a dichos alérgenos. En la aparición de nuevos alérgenos pueden influir decisiones que no tienen que ver con el cambio climático como es la aclimatación de nuevas especies vegetales con fines económicos u ornamentales.

Una vez analizados los efectos causados por el cambio climático en los aspectos puramente biológicos que determinan la gravedad de los procesos alérgicos, se darán un par de apuntes sobre otro tipo de factores que en menor medida también pueden verse afectados por las nuevas condiciones resultantes del cambio climático. Se trata de los efectos sinérgicos con mohos, hongos y la contaminación atmosférica.

Respecto del efecto sinérgico con los mohos, en principio cabe esperar que la presencia de mohos disminuyan en Andalucía como consecuencia de la reducción de la humedad en el ambiente. Aunque la alergia al moho es poco común, está demostrado que su presencia agrava los síntomas del asma. [Fisk et al, 2007]

En cuanto a la contaminación parece ser que el efecto sinérgico proviene de tres efectos diferentes. En primer lugar, algunos contaminantes incrementan la producción de alérgenos en las plantas. Los efectos sobre el ciprés han sido documentados en un estudio español. [Suárez-Cervera et al, 2008]. En segundo lugar, las reacciones que se producen entre alérgenos y contaminantes como el ozono y el dióxido de nitrógeno incrementan también la alergenicidad de los mismos. Finalmente los efectos respiratorios de la contaminación y de los alérgenos suelen agravarse cuando se exponen conjuntamente a ambos elementos.

Por todo lo anterior, se prevé que el aumento causado por el cambio climático en la concentración de contaminantes (en particular del ozono como se vio en su capítulo correspondiente) va a provocar que el efecto de los alérgenos se vuelva más grave y provoquen mayores afecciones respiratorias.

Finalmente, la presencia de esporas fúngicas se relaciona con la aparición de grandes áreas inundadas, lo que se ha podido vincular con el posible aumento de los fenómenos meteorológicos extremos como consecuencia del cambio climático. En ese caso, el efecto sinérgico con las esporas fúngicas se traducirá en una mayor alergenicidad de las especies polinizadoras ya presentes en Andalucía.

Medidas correctoras.-

En este tema las acciones más interesantes están ligadas a la correcta información al público. Una información que tiene dos vertientes: la de los niveles de pólenes existentes en la atmósfera y la de una serie de consejos que deben seguir para minimizar los efectos alérgicos. Comenzamos con la información sobre niveles de polen y los sistemas de aviso a la población.

Los sistemas de aviso a la población se están generalizando en los últimos años. En diversas regiones españolas se encuentran ya disponibles sistemas en los que incluso se envían mensajes gratuitos a teléfonos móviles en los que se informa de los niveles de polen existentes en la zona donde se habita. En otras ocasiones, lo que se hace es disponer de esa información en diversos medios de comunicación.

A este respecto conviene indicar que la información a facilitar al público debe ser sencilla de comprender y los mejores sistemas desarrollados son los que crean una serie de niveles de alerta categorizando los posibles efectos sobre el personal alérgico en un número muy corto de categorías: normalmente del tipo BAJO, MEDIO y ALTO.

En el Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología se proponen una serie de **categorías polínicas**, considerando distintos umbrales, que posibilitan la clasificación de las concentraciones polínicas resultantes de los muestreos. De esta manera el usuario obtiene una mejor comprensión de la información generada. Con el establecimiento de las diferentes categorías polínicas se intenta homogeneizar la información aerobiológica en el territorio nacional, teniendo en cuenta los diferentes pisos bioclimáticos y unidades biogeográficas existentes.

Es de reseñar que en ocasiones y para algunos tipos polínicos en particular, han de establecerse categorías y umbrales de concentración polínica a nivel local o regional teniendo en cuenta los numerosos factores que condicionan su presencia: abundancia de la especie en una zona concreta, presencia de otras especies con las que puede establecer relación de reactividad cruzada, presencia de contaminantes atmosféricos, condiciones meteorológicas particulares, etc. y que intervienen en la aparición de síntomas en las personas afectadas de polinosis.

En el establecimiento de los umbrales para definir las diferentes categorías se han tenido en cuenta:

- el **carácter anemófilo/entomófilo** de las distintas especies.
- el **Índice Polínico Anual**.
- la posible **capacidad alergógena** de las distintas especies.

De acuerdo a estos factores, se han establecido **cuatro grupos** que incluyen diferentes tipos polínicos. En cada uno de ellos, se han delimitado **tres categorías: bajo, moderado o alto**, que hacen referencia a umbrales de concentración de polen necesarios para que un porcentaje bajo, medio o alto de la población sensible desarrolle los síntomas asociados a la presencia de estos tipos polínicos.

Seguidamente reproducimos algunos de los mensajes que se deben aportar a la población para que minimicen los efectos de la alergia en la salud. Además de los tratamientos farmacológicos específicos, que deben ser prescritos por un médico (como pueden ser corticoides, antihistamínicos o inmunoterapia), es conveniente que se tomen una serie de medidas preventivas que básicamente consisten en:

- Conozca los tipos polínicos a los que es alérgico y su época de aparición.
- Evite entrar en contacto con ellos. Con tal fin debe aprender a reconocer las plantas de los lugares que frecuente: parques, jardines, montaña, etc.
- Conozca las previsiones de los niveles de polen en el Servicio de Información Polínica mediante SMS, o en alguna página web, teletexto, periódico o cualquier otro medio de comunicación
- Los días de viento suave (7-10 m/s) o moderado (11-21 m/s), secos y soleados y los momentos previos a las tormentas son los peores por su mayor concentración de polen.
- En las épocas de mayor polinización evite realizar deportes y actividades de esfuerzo.
- Mantenga las ventanas de las habitaciones cerradas. Ventile el domicilio preferentemente al mediodía. No barra, utilice el aspirador, limpie el polvo con bayeta húmeda y no seque la ropa en el exterior.
- Viaje con las ventanillas del coche cerradas y ponga filtros especiales en el sistema de aire acondicionado.
- Utilice gafas de sol.

- Si resulta necesario se debe usar mascarilla, preferentemente humedecida.
- Si toma frutas u otros productos vegetales frescos, lávelos antes de comerlos por si tuvieran granos de polen pegados a su superficie.
- Tenga presente que, durante la época de polinización, será más sensible a otros estímulos como: catarros, productos químicos irritantes (lejías, amoníaco, lacas, insecticidas, contaminación) y a esfuerzos físicos.
- No se tumba sobre el césped o prados. Evite cortar la hierba.
- La concentración de polen es menor en el interior de los edificios y cerca del mar.
- El tabaco es en todos los casos desaconsejable.
- Consulte con su médico-alergólogo y siga sus indicaciones. Recuerde que las inmunoterapias (vacunas) son útiles en muchos casos.

Por último, hay que considerar también los diversos tratamientos existentes para minimizar los efectos sobre la población alérgica. El tratamiento farmacológico es muy variable y depende de los órganos afectados y de la intensidad de los síntomas. Puede incluir antihistamínicos (orales y tópicos, sean nasales u oculares), corticoides (nuevamente orales y tópicos), antileucotrienos, cromonas inhalables y broncodilatadores de corta o larga acción.

La otra posibilidad la constituye la inmunoterapia que, recientemente, ha sido señalada por la Sociedad Europea de Alergología como la mejor estrategia a desarrollar por las autoridades sanitarias para la lucha contra la proliferación de síntomas alérgicos en Europa y su previsible aumento como consecuencia del cambio climático.

La inmunoterapia es, en la actualidad, el único tratamiento que puede alterar el curso natural de la enfermedad alérgica. El tratamiento etiológico de la polinosis, además de disminuir los síntomas y la necesidad de medicación, contribuye a modificar la historia natural de la enfermedad alérgica y previene nuevas sensibilizaciones, así como la posibilidad que tienen los pacientes con rinoconjuntivitis de desarrollar asma.

La inmunoterapia consiste en administrar, de forma subcutánea o sublingual, cantidades gradualmente crecientes de un extracto alergénico, al que el paciente es alérgico, para mejorar los síntomas causados por la exposición a dicho alérgeno. La indicación de este tratamiento debe realizarla un médico especialista en alergia, y la duración generalmente es de 3 a 5 años.

La inmunoterapia específica estará indicada en aquellos pacientes con rinoconjuntivitis polínica mediada por IgE (con relación causaefecto con el alérgeno demostrada), de intensidad moderada-severa, asociada o no a asma bronquial, y con control insuficiente de la sintomatología con la farmacoterapia habitual. La inmunoterapia específica es más eficaz en niños y adultos jóvenes.

Análisis de la vulnerabilidad frente a la radiación ultravioleta.

La radiación ultravioleta y cómo se modifica por el cambio climático.-

Se entiende por radiación ultravioleta la radiación cuya longitud de onda es menor que la de la luz visible (de ahí su nombre) pero mayor que la de los rayos x, es decir, varía entre los 400 y 100 nm. La fuente más habitual de radiación ultravioleta es el sol, aunque también se puede conseguir artificialmente mediante lámparas UV.

La radiación ultravioleta se divide en tres rangos: UVA, UVB y UVC. Todos ellos están considerados como probables cancerígenos para el hombre.

UVA – Radiaciones de longitud de onda larga comprendida entre los 315 y 400 nm. Apenas retenidos por la atmósfera. Al menos el 90% de las radiaciones que llegan a la

superficie terrestre son UVA. UVA se subdivide en UVA-I (340 nm - 400 nm) y UVA-II (315 nm - 340 nm).

UVB – Radiaciones de longitud de onda media comprendida entre los 280 y los 315 nm. Representan como máximo un 10% de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre.

UVC – Radiaciones de longitud de onda corta comprendida entre los 100 y los 280 nm. Las radiaciones UVC son absorbidas en su totalidad por la capa de ozono.

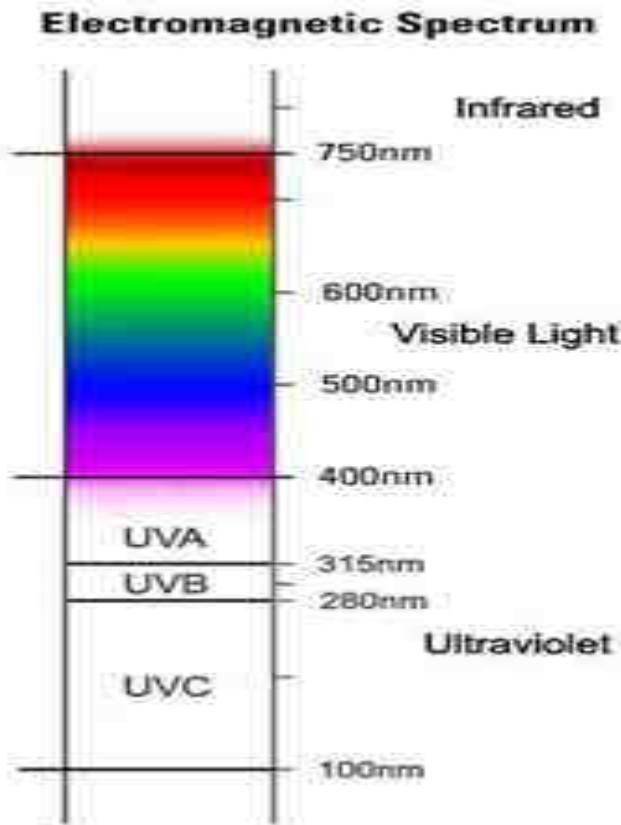


Figura 26: Espectro electromagnético donde se aprecia el lugar ocupado por las radiaciones ultravioletas.

Como se ha podido ver, la llegada de la radiación ultravioleta a la superficie terrestre está mediatizada por la atmósfera, cuyas moléculas actúan como filtro para la mayor parte de la misma. La intensidad con que las radiaciones ultravioleta impactan en la superficie se ve influida por muchos factores.

- La elevación del sol: cuanto más alto está el sol en el cielo, mayor es la intensidad de las radiaciones ultravioleta.
- Latitud: cuanto más cerca se está del ecuador, más intensas son las radiaciones ultravioleta.
- Protección de las nubes: las radiaciones ultravioleta son más intensas cuando el cielo está despejado, pero pueden ser intensas aun cuando el cielo esté nublado.
- Altitud: la intensidad de las radiaciones ultravioleta aumenta 5% por cada 1000 metros de altitud.
- Capa de ozono: este gas absorbe una parte de las radiaciones ultravioleta del sol. A medida que la capa de ozono se adelgaza, aumenta la cantidad de radiaciones ultravioleta que llegan a la superficie terrestre.
- Reflexión por el suelo: muchas superficies reflejan los rayos del sol y aumentan la exposición general a las radiaciones ultravioleta (por ej., el césped, la tierra y

el agua reflejan menos de 10%: la nieve recién caída, hasta 80%; la arena seca de las playas, 15%; y la espuma del mar, 25%).

En general, la mayor parte de estos factores son inherentes al lugar de exposición que estamos considerando y no se van a ver afectados por el cambio climático. Existe una gran preocupación por el adelgazamiento de la capa de ozono y sus consecuencias sobre la salud pero este fenómeno solo está débilmente relacionado (por lo menos con el conocimiento actual que se posee no se ha encontrado evidencia de una relación significativa) con el cambio climático. El principal efecto parece estar causado por la emisión de compuestos CFCs que se han prohibido en el Protocolo de Montreal.

Igualmente los cambios de uso de suelo son muy significativos en la reflexión de la radiación pero tampoco dependen del cambio climático. La importancia de la nubosidad sobre la radiación UV en superficie está bien establecida. La nubosidad tiene un efecto plano sobre la radiación UV, de modo que atenúa el espectro en la misma medida para todo el rango sin modificar ostensiblemente la estructura espectral.

La cantidad de radiación UV atenuada por la nube será función del tipo de nube y de su desarrollo. Así pues, y como norma general, las nubes más densas y oscuras bloquearán mas eficientemente la radiación UV, mientras que las nubes blancas y con menor desarrollo junto con las nieblas y calimas atenúan en mucha menor medida la radiación UV. El hecho de que sintamos menos calor en presencia de estas nubes puede resultar engañoso, ya que nos podemos quemar debido a la escasa atenuación de estas nubes en la región ultravioleta.

Vemos, pues, que la presencia de nubes es un factor importante para atenuar la intensidad de irradiación ultravioleta en superficie y, como se vio, en apartados anteriores, las previsiones indican que a medio y largo plazo va a disminuir la nubosidad sobre Andalucía. Esto permite inferir que aumentará la intensidad de radiación ultravioleta que se reciba en la superficie.

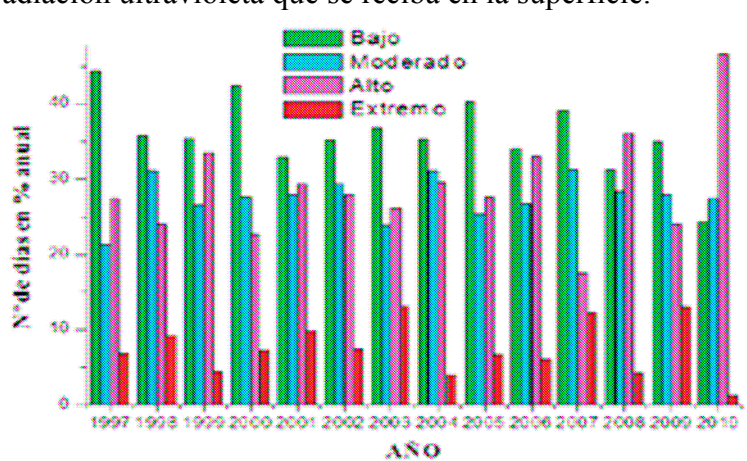


Figura 27: Porcentaje de días al año en que se alcanza una determinada categoría de Índice Ultravioleta. Fuente, INTA, 2011

Efectos de la radiación ultravioleta en la salud.-

En cantidades pequeñas, las radiaciones ultravioleta son beneficiosas para la salud y desempeñan una función esencial en la producción de vitamina D. Sin embargo, la exposición excesiva a ellas se relaciona con diferentes tipos de cáncer cutáneo, quemaduras de sol, envejecimiento acelerado de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. También se ha comprobado que estas radiaciones aminoran la eficacia del sistema inmunitario.

La exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta ocasiona varias alteraciones crónicas de la piel.

- Melanoma maligno cutáneo: cáncer maligno de la piel potencialmente mortal.
- Carcinoma espinocelular: cáncer maligno que generalmente avanza con menor rapidez que el melanoma y ocasiona la muerte con menor frecuencia.
- Carcinoma basocelular: cáncer cutáneo de crecimiento lento que predomina en las personas mayores.
- Fotoenvejecimiento: pérdida de la firmeza de la piel y aparición de queratosis solares.

Las radiaciones ultravioleta ocasionan en los ojos unos efectos agudos conocidos como fotoqueratitis (inflamación de la córnea) y fotoconjuntivitis (inflamación de la conjuntiva). Afortunadamente, estos efectos desaparecen por completo, se previenen fácilmente usando gafas protectoras y no se acompañan de lesiones a largo plazo.

Además de estos efectos agudos, las radiaciones ultravioletas pueden desencadenar otros efectos crónicos y de mayor severidad:

- Cataratas: enfermedad de los ojos en la que el cristalino se va opacando poco a poco, lo que va disminuyendo la visión y acaba causando ceguera.
- Terigión: carnosidad blanca o de color crema que aparece en la superficie ocular.
- Carcinoma epidermoide de la córnea o de la conjuntiva: tumor raro de la superficie ocular.

Por último, las radiaciones ultravioleta disminuyen la eficacia del sistema inmunitario porque modifican la actividad y la distribución de las células que desencadenan las respuestas inmunitarias. La inmunodepresión puede reactivar el virus del herpes simple en los labios («herpes labial»).

Según datos de la OMS, en el año 2000, la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta causó la pérdida de aproximadamente 1,5 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) y 60 000 muertes prematuras.

Se ha llevado a cabo un análisis de la carga de morbilidad para evaluar el papel de la radiación ultravioleta (RUV) solar como factor de riesgo de enfermedad humana. El objetivo consistió en determinar la contribución de la RUV solar a la mortalidad y la morbilidad humanas, teniendo en cuenta también la discapacidad tras el diagnóstico de la enfermedad, para lo cual se utilizaron como medida común los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD).

El primer paso consistió en un análisis de la intensidad de la relación causal entre la exposición a la RUV y varias enfermedades que, según la literatura especializada, probablemente estén relacionadas con dicha exposición. De este modo se identificaron nueve enfermedades de las que hay pruebas convincentes de una relación causal con la exposición excesiva a la RUV, y otras tres asociadas a una escasa exposición. A continuación se utilizaron los estudios epidemiológicos publicados para calcular la fracción poblacional de cada una de estas enfermedades atribuible a la exposición a la RUV.

Para calcular la carga mundial de morbilidad a las mencionadas enfermedades se utilizaron tres métodos distintos. La carga mundial de morbilidad del melanoma ya había sido calculada anteriormente por la OMS, y a dichas estimaciones se aplicaron directamente las fracciones poblacionales calculadas atribuibles a la exposición a la RUV. En el caso de otras enfermedades sobre cuya incidencia y mortalidad hay datos epidemiológicos fiables, se efectuaron estimaciones de la relación exposición-respuesta a nivel poblacional.

Utilizando la RUV ambiental anual media de los países, ponderada en función de la población (1997-2003), se imputaron las tasas de incidencia y mortalidad a partir de esas curvas de exposición-respuesta y se calculó la carga de morbilidad, agregada por subregiones de la OMS. En el caso de las enfermedades sobre las cuales los datos epidemiológicos son más débiles, se hizo un cálculo aproximativo de la RUV en función de la latitud, dividida en bandas de 10 grados. Las tasas de incidencia y mortalidad fueron extrapoladas a partir de los datos disponibles acerca de regiones de latitud similar, y se calculó la carga de morbilidad en cada una de las subregiones de la OMS.

Las ponderaciones de la duración de las diferentes enfermedades y de la incapacidad que causan fueron hechas por un grupo de trabajo creado con motivo de la realización de este estudio, basándose en los datos publicados en la literatura o en los datos existentes acerca de otras enfermedades de gravedad similar.

A nivel mundial, la exposición excesiva a la RUV solar causó en el año 2000 la pérdida de aproximadamente 1,5 millones de AVAD (el 0,1% de la carga de morbilidad mundial total) y 60 000 muertes prematuras. La mayor carga de morbilidad causada por la RUV se debe a las cataratas corticales, los melanomas cutáneos malignos y las quemaduras solares, aunque las estimaciones de estas últimas son muy inciertas debido a los escasos datos disponibles. Por último, cabe señalar que una exposición nula a la RUV no tendría como consecuencia una carga de morbilidad mínima, sino una elevada carga de morbilidad debida a las enfermedades relacionadas con la carencia de vitamina D.

Como resumen de los resultados de la OMS, puede decirse que entre el 50% y 90% de los cánceres de piel están causados por las radiaciones ultravioleta. En 2000, hubo 200 000 casos de melanoma maligno y 65 000 defunciones vinculadas con este cáncer en todo el mundo. Además, hubo 2,8 millones de casos de carcinoma espinocelular y 10 millones de casos de carcinoma basocelular. A escala mundial, cerca de 18 millones de personas han quedado ciegas como consecuencia de las cataratas; hasta el 5% de estas pueden estar causadas por las radiaciones ultravioleta. Se calcula que en 2000 las cataratas atribuibles a las radiaciones ultravioleta causaron la pérdida de aproximadamente 500 000 AVAD

Los niños y los adolescentes son particularmente vulnerables a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta. La exposición excesiva de los niños a estas radiaciones probablemente intervenga en la aparición del cáncer de piel en etapa posterior de la vida. Aún no se conocen los mecanismos que intervienen, pero puede ser que la piel sea más susceptible a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta durante la niñez.

El tipo de piel también es importante. Las personas de piel clara sufren más quemaduras solares y tienen un riesgo más elevado de cáncer de piel que las de piel oscura. Sin embargo, a pesar de que la incidencia de cáncer de piel es menor en las personas de piel oscura, los cánceres suelen detectarse más tarde, en un estadio más peligroso. El riesgo de lesiones cutáneas, envejecimiento prematuro de la piel e inmunodepresión es independiente del tipo de piel.

En Andalucía la vulnerabilidad al incremento de la intensidad de los rayos ultravioleta es elevada porque se parte de unos niveles considerables de exposición, causados por una elevada tasa de insolación anual y por unos hábitos de vida que favorecen la permanencia al aire libre y unos cánones de belleza que señalan el bronceado como un elemento de belleza al que parece poder aplicarse la máxima de “cuanto más, mejor”.

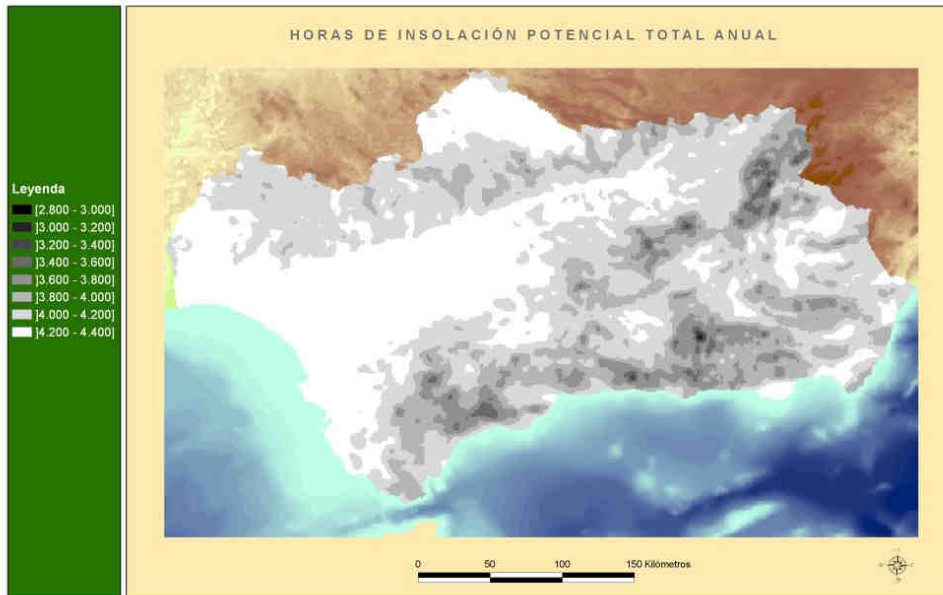


Figura 28: Mapa de insulación potencial solar en Andalucía. Fuente, Consejería de Medio Ambiente.

Como se ve en el mapa anterior, los niveles de insulación más altos se dan en el valle del Guadalquivir y en el litoral atlántico de la región, lo que constituye una de las zonas más pobladas de Andalucía. También el valle de los Pedroches en Córdoba muestra unos niveles muy elevados de insulación potencial anual. Los niveles más bajos, por contra, se dan en las montañas y en la costa mediterránea salvo determinadas zonas de la provincia de Almería.

Afortunadamente, la latitud tan meridional de la región hace que la exposición al sol en las horas centrales del día y en verano sea algo a evitar en general por el exceso de calor que provoca, lo que puede disminuir parcialmente el riesgo de que se produzca una exposición inadvertida salvo para personas con las facultades mentales disminuidas, niños o ancianos.

En cuanto a los niveles actuales de prevalencia de cáncer de piel, cabe decir que cada año se registran en Andalucía unos 600 nuevos casos de cáncer de melanoma --se calcula que en la actualidad existe una incidencia de ocho afectados por cada 100.000 habitantes en la UE-- siendo la prevalencia de melanoma cutáneo superior en mujeres de entre 40 y 49 años que suelen presentarlo en piernas mientras que en hombres la máxima incidencia se registra entre los 50 y 59 años y es más frecuente en espalda.

Según la Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM) y la Asociación Nacional de Informadores de la Salud (ANIS) la incidencia del melanoma maligno se ha multiplicado por 15 en los últimos 50 años hasta convertirse en el tipo de cáncer que más aumenta y que seguirá creciendo en las próximas décadas.

Entre las causas de este incremento se encuentran la todavía escasa concienciación a la hora de protegerse frente al sol, además de diversos factores medioambientales. De esta forma y junto con las causas genéticas o hereditarias el factor de riesgo más importante sigue siendo el sol sobre todo durante la infancia y la adolescencia período en el que las radiaciones solares "pueden poner en marcha alteraciones mutantes en los melanocitos --células pigmentadas de la piel-- a pesar de que el tumor aparezca en edades posteriores.

Tal y como se dijo anteriormente, las personas de piel ojos o cabello claros y que presentan lunares y pecas tienen más riesgo de contraer este tipo de cáncer así como

las que han sufrido más de dos quemaduras solares con ampollas antes de los 18 años y las que tienen antecedentes. Sin embargo los morenos que están predispuestos genéticamente tienen también un alto riesgo de desarrollar un melanoma si toman con frecuencia y sin precauciones el sol.

Medidas correctoras.-

Como hemos visto, la radiación ultravioleta (en adelante UV) puede afectar a las personas de manera directa desde el sol, pero también puede ser radiación dispersa o reflejada. La radiación dispersa se encuentra asociada a nubes, polvo, contaminación, etc; mientras que la reflejada se asocia al suelo o piso, muros, cerros, cuerpos de agua, etc. Estas otras componentes pueden ser muy importantes, ya que por ejemplo la nieve puede reflejar del orden de un 80% de la radiación que recibe, mientras que un césped o prado refleja solo el 10%, la arena seca de la playa un 15% y finalmente el mar un 25%.

La evaluación precisa de la exposición que tiene un individuo a lo largo del tiempo, en cada parte de la piel o en los ojos, en casi cualquier actividad que éste realice al aire libre, resulta extremadamente compleja, debido a las constantes variaciones de ángulo de incidencia, movimientos de la persona, variación de las zonas expuestas, intensidad de la radiación, elementos reflectantes o absorbentes de la misma, etc. Esto hace que el diseño de medidas de protección o correctoras sea un asunto complejo y debe incluir numerosas indicaciones para el cambio de hábitos de vida.

Para simplificar la divulgación de información sobre los riesgos a los que se somete una persona expuesta al sol, mundialmente se ha desarrollado una práctica herramienta, el Índice Ultravioleta Global (en adelante IUV), el cual permite aproximarse a la exposición de las personas a la radiación ultravioleta proveniente del sol y al mismo tiempo permite proporcionar de manera sencilla información a la población y asegurar que no se producen errores en la interpretación de los resultados.

El IUV es el fruto de una labor internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) y la Oficina Federal Alemana para la Protección contra la Radiación (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS).

La formulación del índice UV solar mundial se basa en el espectro de acción de referencia de la Comisión Internacional sobre Iluminación (CIE) para el eritema inducido por la radiación UV en la piel humana (ISO 17166:1999/CIE S 007/E-1998). Dicho índice es una medida de la radiación UV aplicable a y definida para una superficie horizontal.

El IUV es adimensional y se define mediante una fórmula matemática en la que se multiplica un factor denominado k_{er} por la integral entre los anchos de banda de 250 y 400 nanómetros de E_{λ} multiplicado por $s_{er}(\lambda)$ donde E_{λ} es la irradiancia espectral solar expresada en $W/(m^2 \cdot nm)$ a la longitud de onda λ y $d\lambda$ es el diferencial de longitud de onda utilizado en la integración. $s_{er}(\lambda)$ es el espectro de acción de referencia para el eritema y k_{er} es una constante igual a $40 m^2/W$.

El IUV se puede determinar mediante mediciones o cálculos basados en modelos. Existen dos posibles enfoques basados en mediciones: el primero consiste en utilizar un espectrorradiómetro y calcular el IUV mediante la fórmula anterior. El segundo consiste en utilizar un detector de banda ancha calibrado y programado para proporcionar el IUV directamente.

Para la predicción del IUV solar se utiliza un modelo de transferencia radiativa en el que se debe introducir el ozono total y las propiedades ópticas del aerosol. Para predecir el ozono total se utiliza un modelo de regresión con la información proporcionada por espectrorradiómetros de ozono de superficie o satelitales. También es necesaria una buena parametrización de la nubosidad, a no ser que únicamente se comuniquen datos de cielo despejado.

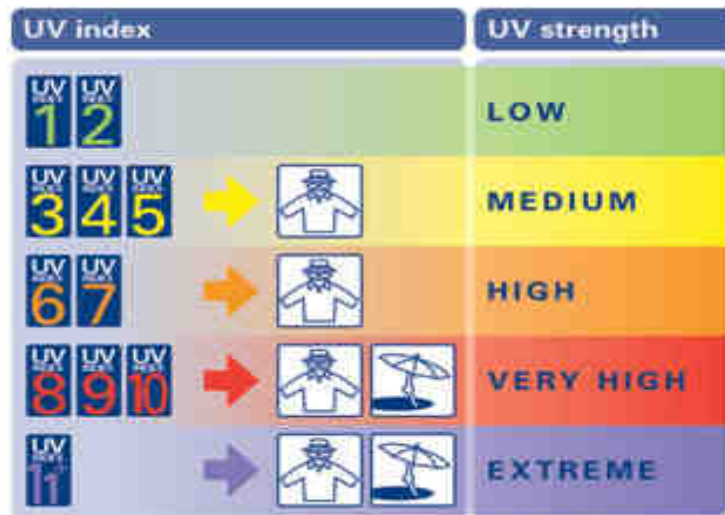


Figura 29: Índice ultravioleta y código de colores usado por la OMS.

Para informar sobre el IUV solar deben usarse colores específicos, los cuales no tienen una base científica, sino que constituyen un medio para hacer más atractiva la información sobre el IUV. El código de colores facilita la variación entre zonas geográficas con niveles altos y bajos de radiación UV y define un color básico para cada categoría. Los colores de cada categoría pueden tener diferentes matices para permitir variaciones de color en los países en los que los valores corresponden con frecuencia a una única categoría durante todos los meses de verano.

Este instrumento educativo debe utilizarse como parte integral de un programa para informar a la población sobre la protección solar y los riesgos de la radiación UV para la salud, así como para cambiar las actitudes y el comportamiento de las personas con respecto a la exposición a la radiación UV. El IUV debe dirigirse especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas. Las recomendaciones de las campañas educativas deben subrayar que el riesgo de efectos adversos para la salud debidos a la exposición a la radiación UV es acumulativo, y que la exposición en la vida diaria puede ser tan importante como la que se produce en una situación extrema como durante unas exposiciones prolongadas en la playa.



Figura 30: Mensajes recomendados, simples y directos. Fuente, OMS.

La intensidad de la radiación UV y, en consecuencia, el valor del índice varía a lo largo del día. Al comunicar el IUV, se debe poner el máximo énfasis en la intensidad máxima de la radiación UV en un día determinado, que se produce durante el período de cuatro horas en torno al mediodía solar. Dependiendo de la ubicación geográfica y de si se aplica o no el horario de verano, el mediodía solar puede tener lugar entre las 12 del día y las 2 de la tarde. En Andalucía es a las 2 de la tarde en verano aproximadamente y una hora antes en el horario de invierno.

El IUV es una medida de la intensidad de la radiación UV sobre la superficie terrestre que tiene relación con los efectos sobre la piel humana. En la predicción o comunicación de un máximo diario debe utilizarse el valor medio de 30 minutos. Si se dispone de observaciones continuas, es útil manejar valores medios de periodos de 5 a 10 minutos para mostrar los cambios a corto plazo. El IUV debe presentarse siempre como un valor único redondeado al número entero más próximo.

De cara a los profesionales existen tablas con una información más completa en la que se incluye la influencia del tipo de piel en la prevención de los impactos sobre la salud. Es posible introducir otros factores como el grado de protección artificial que se usa, el pasado de exposición de cada persona, etc, pero una información muy directa puede ser la que se proporciona en la siguiente tabla, en la que se relaciona tiempo de exposición al sol sin protección con tipo de piel e intensidad de la radiación UV.

Si la Radiación Ultravioleta es:	Y el IUV es:	Los minutos de exposición al sol, sin protección, según tu tipo de piel, son:					
		Muy clara	Clara	Morena clara	Morena oscura	Oscura	Muy oscura
Baja	0	<i>Indef.</i>	<i>Indef.</i>	<i>Indef.</i>	<i>Indef.</i>	<i>Indef.</i>	<i>Indef.</i>
	1	112	140	175	219	274	342
	2	56	70	88	109	137	171
Moderada	3	37	47	56	73	91	144
	4	28	35	44	55	68	86
	5	22	28	35	44	55	68
Alta	6	19	23	29	37	47	57
	7	16	20	25	31	39	49
Muy Alta	8	14	18	22	27	34	42
	9	12	16	19	24	30	38
	10	11	14	18	22	27	34
Extremadamente Alta	11	10	13	16	20	25	31
	12	9	12	15	18	23	29
	13	9	11	14	17	21	26
	14	8	10	13	16	20	24
	15	8	9	12	15	18	23

Figura 31: Tiempo de exposición según tipo de piel e intensidad de radiación.

En todo caso, las actividades que se recomienda realizar para la prevención de los efectos de la radiación UV en el público son las siguientes:

- Realizar una conferencia de prensa al comienzo de una campaña, por ejemplo a finales de la primavera, con entrevistas a profesionales sanitarios.
- Organizar seminarios de corta duración para periodistas, para informarles sobre los problemas de la exposición excesiva a la radiación UV y para difundir las recomendaciones básicas sobre protección solar.
- Destacar las cuestiones clave en los anuncios de las conferencias de prensa y emitir después comunicados de prensa con mensajes claros y sencillos.
- Exponer casos de interés humano para facilitar la comprensión de los mensajes.
- Cuidar el tono y los mensajes a difundir: las campañas de información sobre el IUV deben ser positivas y atractivas. Las palabras clave son “salvar”, “proteger” y “ayudar”.
- Fomentar cambios de comportamiento mediante letreros y actividades educativas en instalaciones y servicios comunitarios y recreativos, como programas en colegios y jardines de infancia, distribución de folletos en edificios públicos, bancos, centros comerciales y centros de atención de salud, o jornadas sobre protección solar en las que profesionales sanitarios ofrezcan conferencias y servicios de detección de cáncer de piel.
- Fomentar actividades creativas sobre fotoprotección, como desfiles de moda realizada con diseños y tejidos que protegen contra la radiación UV, proyectos científicos y concursos.
- Modificar el medio físico y fomentar la incorporación de espacios con sombra en la planificación urbana y en la transformación de lugares públicos.

En cuanto al contenido de los mensajes y el conjunto de información que debe ser facilitada al público objetivo, seguidamente se aportan una serie de hechos

relacionados con la protección frente a la radiación UV para que se incorporen en el diseño de las diversas estrategias de divulgación a las que antes se hizo referencia.

Por ejemplo, existe un programa en Estados Unidos denominado “sunwise” que se podría traducir como enfoque sensato para disfrutar del sol. El sistema cumple con las directrices internacionales para el Índice UV de informes establecido por la Organización Mundial de la Salud y se basa en el empleo de un código de colores como el que sigue y una descripción de cada nivel de índice UV y consejos para ayudarle a evitar una exposición nociva a las radiaciones UV.



Figura 32: Código de colores usado en el programa “sunwise. Fuente, EPA

2 o menos: bajo

Un Índice UV de 2 o menos indica que los rayos ultravioletas del sol representan un nivel bajo de peligro para la persona media. Usa gafas de sol en los días soleados. En invierno, el reflejo que produce la nieve puede duplicar, prácticamente, la potencia de la radiación UV. Si te quemas con facilidad, cúbrete y usa filtro solar.

No te cuides del cielo únicamente

La nieve y el agua pueden reflejar los rayos del sol. Los esquiadores y nadadores deben ser especialmente cuidadosos. Utiliza gafas de sol o gafas protectoras y aplícate un filtro solar con un factor de protección 15 como mínimo. Recuerda protegerte las zonas que pueden estar expuestas a los rayos UV por el reflejo del sol, incluso debajo del mentón y la nariz.

De 3 a 5: moderado

Un Índice UV de entre 3 y 5 indica que existe un riesgo moderado de que la exposición al sol sin protección resulte perjudicial para la salud. Toma precauciones, como cubrirte, si vas a permanecer al aire libre. Debes mantenerte a la sombra durante las horas del mediodía, cuando el sol es más fuerte.

Mi sombra y yo

Una manera sencilla de conocer el nivel de exposición a la radiación UV consiste en observar tu sombra. Si tu sombra es más alta que tú (en las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde), es probable que exista una baja exposición a la radiación UV. Si tu sombra es más baja que tú (alrededor de mediodía), estás expuesto a niveles elevados de radiación UV. Debes mantenerte a la sombra y proteger tu piel y tus ojos.

De 6 a 7: alto

Un Índice UV de entre 6 y 7 indica que existe un alto riesgo de que la exposición al sol sin protección resulte perjudicial para la salud. Aplícate un filtro solar con un factor de protección 15 como mínimo. Usa un sombrero de ala ancha y gafas de sol para proteger tus ojos. Es necesario que te protejas de la quemadura del sol. Procura reducir el tiempo de exposición al sol entre las 10 a. m. y las 4 p. m. Cúbrete, usa sombrero y gafas de sol, y aplícate filtro solar.

De 8 a 10: muy alto

Un Índice UV de entre 8 y 10 indica que existe un riesgo muy alto de que la exposición al sol sin protección resulte perjudicial para la salud. Reduce al mínimo el tiempo de exposición al sol durante las horas del mediodía, entre las 10 a. m. y las 4 p.m. Aplícate una cantidad abundante de filtro solar con un factor de protección mínimo de 15. Usa prendas de protección y gafas de sol para proteger los ojos. Toma precauciones adicionales. La piel que no esté protegida se verá afectada y puede sufrir quemaduras rápidamente. Trata de evitar el sol entre las 10 a. m. y las 4 p. m. Durante ese horario, procura mantenerte a la sombra, cúbrete, usa sombrero y gafas de sol, y aplícate un filtro solar.

11+: extremo

Un Índice UV de 11+ indica que existe un riesgo extremo de que la exposición al sol sin protección resulte perjudicial para la salud. Debes reducir al mínimo la exposición al sol durante las horas del mediodía, entre las 10 a. m. y las 4 p. m. Aplícate una cantidad abundante de filtro solar con un factor de protección mínimo de 15 cada 2 horas. Toma todas las precauciones. La piel que no esté protegida puede sufrir quemaduras en pocos minutos. La arena de la playa y otras superficies claras reflejan los rayos ultravioletas y aumentan la exposición a la radiación UV. Evita el sol entre las 10 a. m. y las 4 p. m. Procura mantenerte a la sombra, cúbrete, usa sombrero y gafas de sol, y aplícate filtro solar. Si es posible, permanece bajo techo los días en los que el Índice UV es muy alto. Aprovecha la oportunidad de relajarte con un buen libro en lugar de afrontar niveles peligrosos de exposición al sol. Evita las actividades al aire libre, ya sea para trabajar o jugar, a menos que te protejas con filtro solar, sombrero y gafas de sol.

Análisis de la vulnerabilidad frente a las enfermedades transmitidas por vectores infecciosos y roedores.

Introducción.-

Son diversos los factores que favorecen la globalización de los organismos patógenos que causan enfermedades humanas y que son transmitidos por insectos u otros artrópodos denominados vectores. La importación de patógenos, especialmente virus, y de sus especies vectoras en regiones no endémicas está siendo favorecida en estos últimos años por la libre circulación de personas, animales y mercancías a través de vías de comunicación internacionales que hacen desaparecer las antiguas barreras naturales geográficas o climáticas.

De hecho, el ingreso de nuevos vectores, especialmente dípteros, se ha estado produciendo por estos medios y también por vías naturales desde hace décadas en Andalucía y se une al efecto que causan los cambios globales o locales en el clima. Aunque el asentamiento de vectores importados de países con enfermedades infecciosas de carácter endémico no supone necesariamente la importación de los agentes etiológicos de las enfermedades que transmiten, su presencia aumenta el riesgo de emergencia de nuevas patologías o la reemergencia de enfermedades antiguamente establecidas como el paludismo. El caso más conocido es el del mosquito tigre (*Aedes albopictus*), vector de fiebre amarilla y de virus del West Nile entre otros y que se encuentra actualmente en expansión en España.

Otro factor importante que puede favorecer la aparición de estas enfermedades es la circulación de los patógenos en sus organismos reservorios, sobre todo aves migratorias que pueden infectar a los vectores autóctonos o importados. En resumen, dado el gran número de especies patógenas a considerar y sus diferentes ciclos reproductivos, es preciso tener en cuenta la aparición y/o difusión de tres tipos diferentes de organismos: los propios patógenos, los vectores que los inoculan y los posibles reservorios en los que se desarrollan o que contribuyen a su diseminación.

En cualquier caso, no es una nueva situación la aparición o desaparición de vectores, reservorios o patógenos en Andalucía, si bien es cierto que en los últimos años se ha constatado un aumento en la velocidad de los cambios que se han venido observando con anterioridad. Los cambios en la temperatura media, la falta o deriva de precipitaciones y el acortamiento de las estaciones frías, así como la mayor disponibilidad de alimentos en vertederos han provocado cambios significativos en los comportamientos migratorios de las especies y han favorecido la circulación de arbovirus propiciando la aparición de brotes víricos como el Usutu en Austria, el Chikungunya en Francia o Italia, el Toscana en Italia o el West Nile en Francia.

Resulta evidente que virus antes desconocidos en nuestras latitudes circulan con mayor o menor intensidad por ellas y si no se detectan es por falta del desarrollo de patologías pero es factible que estas se produzcan antes o después y convendrá estar preparado para ello. En consecuencia, en este apartado se identificarán las especies de interés y su potencial peligro, los factores de tipo meteorológico (directo o indirecto) que pueden afectar a su proliferación y la vulnerabilidad de la población andaluza. Finalmente se identificarán posibles medidas preventivas o correctoras.

Conviene en este punto hacer un inciso para explicar lo que se entenderá por efecto directo o indirecto de un factor meteorológico a la hora de analizar la proliferación de vectores. Un efecto directo es el causado por variables meteorológicas como temperaturas, precipitaciones e incluso fenómenos de transporte de polvo sahariano, olas de frío, corrientes de aire, etc. Un efecto indirecto es el que se puede producir cuando por efecto de la disminución de la humedad, se puedan producir concentraciones de aves migratorias en los humedales en retroceso y de esa manera favorecer la circulación de patógenos entre las diversas bandadas.

Los cambios en la temporalidad de los cursos de agua superficial, la alteración de la dinámica marina de los humedales costeros como consecuencia de la evolución geomorfológica de la costa, la modificación de la aptitud de los suelos para la agricultura y la ganadería y los cambios en la biodiversidad animal y vegetal son otros factores indirectos que afectan a las poblaciones de vectores como simúlidos, flebotomos o garrapatas, que en España son ya transmisores efectivos de leishmaniasis y fiebre botonosa por poner dos ejemplos.

Por último convendría incluir en el estudio el caso de los problemas de salud pública asociados a la fauna que no tengan que ver con transmisión de enfermedades como son las posibles picaduras y otras incidencias sanitarias menores asociadas a la fauna como la aparición de plagas o la presencia de insectos hematófagos como el mosquito tigre o la mosca negra, quienes sin causar enfermedades sí provocan molestias en la salud de la población.

Enfermedades infecciosas transmitidas por vectores.-

De acuerdo con la publicación "Evaluación Preliminar de Impactos del Cambio Climático en España" [MMARM, 2005], las enfermedades infecciosas y parasitarias cuyos ciclos biológicos pueden verse con mayor probabilidad afectadas por el cambio climático en España son las siguientes:

MICROORGANISMO	DX CLINICO	VECTOR DE TRANSMISIÓN
Chikungunya (alphavirus)	Encefalitis y artropatía	Mosquitos Aedes aegypti
Arenavirus (Lassa, Junin y otros)	Fiebre hemorrágica	Mosquitos Aedes aegypti
Flavivirus (incl West Nile)	Fiebre amarilla, dengue y encefalitis	Mosquitos Aedes aegypti
Filaria (varias especies)	Filariasis	Mosquitos de los géneros Culex, Mansonia, Aedes, Anopheles
Tripanosoma spp.	Tripanosomiasis	Varios insectos incluyendo Triatoma y Panstrongylus (mosca tsé-tsé)
Arbovirus (Toscana)	Meningo-encefalitis	Phlebotomus perniciosus
Rickettsia conorii, typhi	Rickettsiosis	Garrapatas y pulgas, varias especies
Borrelia burgdoferi	Borreliosis	Garrapatas, varias especies
Leishmania spp.	Leishmaniasis	Phlebotomus perniciosus
Plasmodium spp.	Malaria o paludismo	Mosquitos de los géneros Culex, Mansonia, Aedes, Anopheles

Figura 33: Microorganismos y vectores de enfermedades emergentes relacionadas con el cambio climático. Fuente, adaptado de Mandell et al, 2006.

De todo este grupo de enfermedades nos vamos a fijar en las más importantes, bien por el peligro implícito o por el riesgo que se prevé que pueden suponer para la población andaluza.

Malaria: La transmisión natural de esta enfermedad se realiza mediante la picadura de hembras de mosquitos del género *Anopheles*. De las más de 3.000 especies de mosquitos distribuidos por todo el mundo (sobre todo por zonas templadas y tropicales), 400 son anofelinos, 70 transmiten la malaria y sólo unas 40 son de importancia médica: *Anopheles gambiae* y *Anopheles funestus* son los principales vectores en África tropical. Estos insectos sufren una metamorfosis completa, pasando por cuatro estadios bien marcados: huevo, larva, pupa y adulto; los 3 primeros acuáticos y el último aéreo.

La duración de esta metamorfosis varía según la temperatura ambiental, desde siete días a 31°C hasta veinte días a 20°C. Los machos viven tan sólo unos pocos días, y al no alimentarse de sangre no juegan ningún papel en la transmisión de la enfermedad, salvo la de fecundar a las hembras, que lo hacen inmediatamente después de que ellas eclosionen. Las hembras son fecundadas una sola vez, guardando el esperma en un reservorio interno para próximas fecundaciones.

La primera puesta de huevos suele ocurrir al 4º-5º día de vida del mosquito y las puestas sucesivas serán cada 2-3 días y coincidiendo con la picadura en busca de sangre (que se denomina en entomología “concordancia gonotrófica”. Una vez que el mosquito es infectado, permanece infectante durante toda su vida, precisándose unos diez días para el desarrollo de *Plasmodium falciparum* en el mismo (período de incubación extrínseca), por lo que una hembra ha de sobrevivir al menos durante cuatro o cinco ciclos gonotróficos para poder transmitir el paludismo (es decir, al menos durante 10-12 días).

La longevidad de la hembra del mosquito en condiciones favorables es de unas cuatro semanas en África, aunque algunas especies de zonas templadas sobreviven hasta

seis meses, al entrar en letargo invernal. La mayoría pica al anochecer, sobre todo desde las 20 a las 03 horas y los más eficaces en la transmisión son aquellos que tienen hábitos antropofílicos (pican sólo a humanos), endofágicos y endofílicos (lo hacen dentro de las viviendas).

En el pasado, la malaria se transmitía por toda Europa, llegando tan al norte como a Inglaterra, Escocia, Dinamarca, sur de Noruega, sur de Suecia, Finlandia y provincias Bálticas de Rusia. En estas latitudes los inviernos llegan a -20°C , y la transmisión dependía de lo cálido que fueran los veranos (limitándose a la isoterma de 15°C en julio). Pero a partir de mediados del siglo XIX la malaria desaparece del norte de Europa y declina en el centro (como ejemplo: los últimos brotes en París ocurrieron durante 1865, cuando la construcción de los grandes bulevares), para desaparecer después de la I Guerra Mundial. En el sur de Europa permaneció muy prevalente (debido a la pobreza y falta de desarrollo) hasta pasada la II Guerra Mundial, cuando se instauró un programa eficaz de control vectorial (con el advenimiento revolucionario del DDT), hasta que en 1961 la erradicación se había producido en la mayoría de los países.

Otros virus transmitidos por mosquitos: Se han identificado más de 520 de estos virus, de los que un centenar son patógenos para el hombre. Los más importantes son los que producen fiebres hemorrágicas o encefalitis. Se denominan arbovirus (arthropod-borne-virus) a aquellos transmitidos por la picadura de artrópodos, fundamentalmente por mosquitos de los géneros *Aedes* y *Culex*.

Aedes aegypti, vector de la fiebre amarilla y del dengue en los trópicos, parece haber desaparecido de Europa y en la actualidad no se encuentra por encima de 35° latitud Norte. Por el contrario, ha irrumpido en este continente *Aedes albopictus*, vector del dengue (los 4 serotipos) y fiebre amarilla, originario del sudeste asiático y subcontinente indio (y vector potencial de otros virus como encefalitis japonesa, encefalitis equina del este, fiebre de Ross, La Crosse, Chikungunya, fiebre del valle del Rift y West Nile).

También es un buen vector de *Dirofilaria immitis* y *Dirofilaria repens*. En teoría sobrevive hasta latitudes tan al norte como 42°N (casi las 2/3 partes inferiores de la península Ibérica), pero como es capaz de entrar en diapausa, cuando las condiciones climáticas le son muy desfavorables, el factor limitante real sería la isoterma de -5°C de enero lo que posibilitaría su establecimiento hasta el sur de Suecia.

El virus del **dengue** es un flavivirus, del que existen 4 serotipos, y que produce un abanico clínico que comprende desde infecciones asintomáticas hasta cuadros hemorrágicos potencialmente letales. Cada año se producen entre 250.000-500.000 casos de formas graves (dengue-hemorrágico y dengue-shock) que acarrearán una mortalidad del 1-5% y que alcanza hasta el 40% sin tratamiento. No existe una vacuna eficaz contra esta enfermedad.

Es una enfermedad de ámbito urbano, con epidemias explosivas que alcanzan hasta el 70-80% de la población. La transmisión se realiza por la picadura del mosquito *A. aegypti* y en menor grado de *A. albopictus* y tiene lugar entre los paralelos 30°N y 20°S . Desde los años 50 se ha observado un resurgir evidente en el sureste de Asia, y desde los años 70 en el continente americano.

Es preciso también mencionar un amplio grupo de enfermedades virales (encefalitis de San Luis, encefalitis equina del este y del oeste, encefalitis equina venezolana, **del Nilo occidental...**) que se transmiten por las picaduras de distintas especies de mosquitos, sobre todo del género *Culex* (*C. quinquefasciatus*, *C. pipiens...*) y de garrapatas, donde las aves constituyen el principal reservorio de la enfermedad. Producen un cuadro de meningitis o meningoencefalitis que puede dejar secuelas

neurológicas permanentes. Aunque primordialmente circula entre aves, también pueden resultar infectadas muchas especies de mamíferos así como anfibios y reptiles.

La fiebre de **Chikungunya** es una enfermedad transmitida a humanos por picadura de mosquitos infectados. El virus causante, llamado virus Chikungunya (CHIKV) es un arbovirus (Alphavirus de la familia de los Togaviridae), aislado por primera vez en Tanzania, en 1953, y que desde entonces aparece de forma repetida, en el oeste, centro y sur de África, así como en varias zonas de Asia. La transmisión se realiza de hombre a hombre por mediación de la picadura de mosquitos del género *Aedes* (*Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Aedes polynesiensis*) infectados con sangre de una persona previamente infectada. La palabra *chikungunya* en Makonde quiere decir "enfermedad del caminante doblado" o "eso que se redobla". En India se conoce como *Aakyda* que significa "hombre rígido" y *Maakyda* que quiere decir "como mono". Estos nombres se refieren a la condición artrítica que causa postura encorvada en ciertos pacientes.

El virus **Toscana** debe considerarse entre los agentes causantes de meningitis linfocitaria en España. Los síntomas predominantes son la cefalea (holocraneal o focalizada), que se presenta en todos los pacientes, y fiebre moderada, que aparece en el 76,5%, con una duración media de 48 h (intervalo, 18 h-5 días). La rigidez de nuca se presenta en bastantes casos. Todos los casos se presentan en los meses comprendidos entre junio y octubre, con predominio en el mes de agosto (53%). La evolución suele ser buena en todos los casos, con un tiempo medio de duración de la enfermedad de 7 días (intervalo, 3-10 días).

La **fiebre amarilla** es una enfermedad que se encuadra dentro de las fiebres virales hemorrágicas y que tiene una mortalidad superior al cuarenta por ciento de los afectados. La única noticia positiva de esta enfermedad es que existe una vacuna eficaz para su prevención. La enfermedad es endémica en el continente africano y en la amazonia y es transmitida por la picadura del mosquito *Aedes Aegypti*. Su gravedad puede ser muy variable. En el curso de la enfermedad puede aparecer fiebre, dolor muscular, dolor de cabeza, escalofríos, falta de apetito, náuseas y/o vómitos, ictericia, dolor abdominal, manifestaciones hemorrágicas, insuficiencia renal, hepática y en muchos casos, la muerte.

La **leishmaniosis** reemergió en Europa en la década de los 60, una vez finalizados los programas de control que culminaron con la erradicación del paludismo. Enfermedad parasitaria producida por *Leishmania infantum* en España, endémica en nuestro país y transmitida desde los perros a los humanos por dípteros del género *Phlebotomus* (*P. perniciosus* y *P. ariasi*).

Existen distintas formas de la enfermedad, siendo la leishmaniasis cutánea la variante más frecuente. Sus síntomas son úlceras en la piel de la cara, los brazos y las piernas, que pueden dejar cicatrices permanentes. La leishmaniasis visceral es la forma más grave de la enfermedad, siendo mortal casi en la totalidad de los casos si el enfermo no recibe el tratamiento adecuado. Los síntomas de esta variante incluyen accesos de fiebre, pigmentación de la piel, pérdida de peso y alteración de los componentes sanguíneos.

Las **filariasis** son un grupo de enfermedades parasitarias infecciosas diferentes que tienen como denominador común el ser producidas por nematodos (gusanos en forma de hilo) de la misma familia, y transmitidas de persona a persona por la picadura de insectos. Básicamente hay tres tipos de filariasis principales: filariasis linfática o elefantiasis, loasis y oncocercosis. Existen otras especies de filarias que también parasitan al ser humano, pero son de dudosa patogenicidad, como *Mansonella ozzardi*, *Dipetalonema perstans*, *Dipetalonema streptocerca*, *Brugia timon*, etc

Los mecanismos de producción de enfermedad aún no están del todo claros ya que muchas de las infecciones permanecen asintomáticas a pesar de presentar una alta concentración de microfilarias en sangre. Cuando aparece el cuadro clínico los síntomas iniciales están relacionados con la respuesta inflamatoria subsiguiente a la parasitación por los gusanos adultos o las microfilarias. La fase aguda cursa con fiebre y escalofríos a intervalos irregulares y durante varios días, con o sin inflamación de vasos linfáticos y ganglios, y reacciones inflamatorias de las extremidades inferiores y genitales.

Según progresa la infección, la presencia de los gusanos adultos en los vasos linfáticos provoca su obstrucción impidiendo el flujo linfático normal, implicando que el tejido infectado se mantenga edematoso (con acumulación de líquido), y que se produzca un engrosamiento e hipertrofia de los tejidos afectados pudiendo generar un aumento en su tamaño y progresar hacia la elefantiasis filariásica. El proceso se puede complicar con infecciones bacterianas oportunistas y recurrentes que contribuyen a empeorar la enfermedad.

La **tripanosomiasis** africana humana, también llamada enfermedad del sueño, es una parasitosis transmitida por un vector. Los parásitos que la causan son protozoos pertenecientes al género *Trypanosoma*. Son transmitidos a los seres humanos por la picadura de la mosca tse-tsé (del género *Glossina*) que ha contraído la infección de personas o animales que albergan los parásitos patógenos para el ser humano. La mosca tsetse se encuentra en el África subsahariana pero solo ciertas especies transmiten la enfermedad; por razones que hasta la fecha no se han explicado, este insecto vive en muchas regiones donde no ocurre la enfermedad del sueño.

Enfermedades transmitidas por garrapatas: Las garrapatas sufren una metamorfosis desde la fase de huevo que incluye tres estadios de desarrollo que chupan sangre (larvas, ninfas y adultos). Sin embargo, son las ninfas las que contribuyen en mayor medida a la transmisión de enfermedades a los humanos desde los reservorios animales. Son muchas las enfermedades y de variada gravedad: borreliosis (fiebre recurrente endémica, enfermedad de Lyme), rickettsiosis (fiebre botonosa, fiebres maculadas), babesiosis, anaplasmosis, ehrlichiosis, tularemia y viriasis (encefalitis por picadura de garrapatas, enfermedad de Congo-Crimea, etc)

En España, las enfermedades más importantes son la fiebre botonosa y la borreliosis de Lyme y las garrapatas más difundidas son *Rhipicephalus sanguineus*, la "garrapata común del perro" implicada en la transmisión de la Fiebre Botonosa Mediterránea e *Ixodes ricinus* implicada en la transmisión de la enfermedad de Lyme.

La vida media de una garrapata puede exceder los 3 años, dependiendo de las condiciones climáticas. Los tres estadios del vector pueden estar infectados y lo más peligroso, pueden transmitir la infección a sus crías por vía transovárica. Pueden sobrevivir a temperaturas de hasta -7°C , recuperando la actividad vital a los $4-5^{\circ}\text{C}$. Son muy sensibles a mínimos cambios de temperatura, como lo demuestra que tan sólo una isoterma de 2°C condicione la transmisión en África del sur y del este.

Las **enfermedades causadas por Rickettsias** son zoonosis que afectan en la naturaleza a mamíferos e insectos vectores. Los seres humanos son huéspedes fortuitos y no contribuyen a la propagación de la bacteria, a excepción del tifus epidémico transmitido por piojos, en el que el hombre es el reservorio principal y el piojo el vector de la infección a otros seres humanos.

Las rickettsias son bacterias pequeñas, cocobacilos pleomorfos, parásitos intracelulares estrictos. Por esas dos características existieron dudas mucho tiempo sobre si pertenecían a los virus o a las bacterias. Son muy sensibles y raramente sobreviven fuera del huésped (reservorio o vector), a excepción de *Coxiella burnetii*

(productora de la fiebre Q) que es resistente a la desecación, al calor y la luz solar y se transmite fundamentalmente por vía aérea.

El resto es inoculado al huésped directamente a través de una picadura (indolora) en la dermis producida por el vector, por contaminación de la picadura con las heces del insecto o bien por inoculación de las mucosas con las heces contaminadas del mismo. Es posible la inhalación de aerosoles contaminados con rickettsias si no se manipulan correctamente las muestras en el laboratorio. La incidencia de las infecciones por rickettsias aumenta en los meses de la primavera y verano, reproduciendo simétricamente el ciclo de vida del vector.

Las manifestaciones clínicas, tras un período de incubación que dura una media de 7 días, incluyen la tríada fiebre, cefalea y exantema, excepto en la fiebre Q en la que no aparece erupción alguna. El posible daño endotelial origina aumento de la permeabilidad vascular, hemorragias petequiales, formación de microtrombos, acúmulo de mononucleares y, ocasionalmente, obstrucción vascular y microinfartos. Las lesiones vasculíticas pueden afectar a casi todos los órganos: piel, pulmón, hígado, riñón, miocardio, músculo, meninges y encéfalo.

La enfermedad de Lyme posee distribución mundial, paralela a la de la garrapata vector, y se ha descrito en todos los continentes excepto la Antártida. Se transmite por garrapatas del género *Ixodes* [Saez et al, 1991]: *I. ricinus* en Eurasia, *I. persulcatus* en Asia, *I. scapularis* e *I. pacificus* en Norteamérica. Estas garrapatas pasan en su ciclo vital por 3 estadios: larva y ninfa (fase subadulta) y adulto. En cada uno de los estadios necesitan ingerir sangre (hematófagas) de un hospedador para mudar a la siguiente fase y continuar su desarrollo.

En las fases subadultas se alimentan de pequeños mamíferos (roedores) mientras que en fase adulta se prefieren animales de gran tamaño (ciervos, ovejas, bóvidos, etc.). La fase más infecciosa es la ninfa y de las formas adultas es la hembra la transmisora. Las ninfas predominan en primavera y verano lo que, unido al aumento de las actividades al aire libre, hace que ésta sea la época en que la enfermedad se contrae con más frecuencia.

Las garrapatas abundan en zonas templadas y húmedas (humedad relativa > 70%) con matorrales de mediana altura por donde trepan y esperan a que pase un hospedador al que se quedan adheridas varios días hasta conseguir alimento suficiente, desprendiéndose y cayendo al suelo, donde realizan la muda pasando al estadio siguiente y así sucesivamente. El ciclo en condiciones normales dura dos años. La garrapata adquiere la infección al obtener sangre de un hospedador infectado, con lo que los estadios posteriores ya quedan también infectados. Al volver a alimentarse de un hospedador le transmiten a su vez la infección, contribuyendo a perpetuar el ciclo.

El ser humano es un huésped casual que se infecta cuando transita por una zona donde hay garrapatas infectadas, pero no actúa como reservorio. Se estima que la garrapata debe estar adherida al menos 24 horas para transmitir de forma eficaz la infección, por lo que es importante retirarlas de la piel cuanto antes. En España, estas garrapatas predominan en la mitad norte de la península, donde las condiciones climáticas, de orografía y presencia de animales son idóneas para su ciclo vital [Oteo y Estrada, 1991].

Enfermedades transmitidas por roedores: Normalmente los roedores no son portadores directos de los patógenos sino que llevan consigo otros vectores como pulgas (*Xenopsylla cheopis*, *Ctenocephalides felis*...) y garrapatas que pueden transmitir enfermedades como la peste o el tifus murino. No obstante, pueden ser también hospedadores intermedios o reservorios de varias enfermedades como la leptospirosis,

fiebres virales hemorrágicas (Junin, Machupo, Guaranito, Sabia, Lassa...), hantaviriosis, himenolepiasis, etc.

La leptospirosis es una enfermedad producida por una bacteria del género **Leptospira** que ataca a distintos animales como: perros, roedores, vacas, caballos, ovejas, cerdos y el hombre. Afecta principalmente al hígado y riñones. Produce fiebre, cefaleas, decaimiento, erupciones en la piel, ictericia, meningitis, entre otros síntomas. En algunas especies animales produce abortos. Los animales enfermos eliminan por orina las bacterias, contaminando el agua y el suelo, diseminando así la enfermedad. De esta forma el hombre toma contacto con el microorganismo, fundamentalmente al realizar su trabajo en la actividad rural, por tal motivo es considerada una **enfermedad laboral** para Ingenieros Agrónomos, Veterinarios, horticultores, agricultores, ganaderos, etc.

El **Hantavirus** tiene una alta infectividad. El virus se mantiene en la naturaleza infectando crónicamente a sus reservorios, ratas y ratones de distintas especies. El virus es eliminado a través de la **orina, heces y saliva** y transmitido al hombre por la aerolización de estas excretas, es decir, estos productos de desecho liberan al aire el virus que es **inhulado** por el hombre.

También puede penetrar a través de heridas en la piel o mucosas. Los síntomas que produce son: fiebre, dolores musculares, escalofríos, náuseas, vómitos, dolor de cabeza, diarrea y malestar general, luego aparecen taquicardia y tos. No existe vacuna para el hombre.

La **toxoplasmosis** es el término médico dado a una enfermedad infecciosa humana y de muchos otros animales, ocasionada por un parásito intracelular de distribución mundial, el *Toxoplasma gondii*. La enfermedad es considerada una zoonosis, es decir, existe normalmente en otros animales, pero puede ser transmitida a seres humanos. La fuente de infección primaria, son las heces de las ratas, la toxoplasmosis puede causar infecciones leves y sintomáticas, así como infecciones mortales que afectan mayormente al feto, recién nacidos, ancianos y personas vulnerables. Los síntomas más comunes son dolor de cabeza, dolores musculares, inflamación de los ganglios linfáticos, etc. En

infecciones crónicas persiste como quiste en los tejidos, en otros casos menos comunes se presenta como enfermedad crónica.

La tularemia es una enfermedad propia de conejos, liebres y pequeños roedores (en los que presenta alta mortalidad) que afecta también a las personas, animales domésticos (herbívoros y pequeños carnívoros) y otros mamíferos, aves, peces y anfibios. El agente causante de la enfermedad es *Francisella tularensis*, bacteria capaz de resistir en agua más de tres meses (a temperaturas de 13-15 °C) y de persistir en cadáveres de animales hasta 4 meses dependiendo de la temperatura ambiente, pero que, sin embargo, muestra una baja resistencia a los desinfectantes comunes (lejía...).

La transmisión entre animales se realiza mediante contacto directo, y/o orina, heces, secreciones y a través de vectores artrópodos (mosquitos, pulgas, tábanos y garrapatas). La infección en el hombre es, en todo caso, casual y esporádica. Aunque depende de la vía de contagio, entre los síntomas se incluyen fiebre alta, escalofríos, dolores de cabeza, ganglios linfáticos inflamados, náuseas, vómitos, diarrea, debilidad y malestar general.

En ocasiones se pueden presentar úlceras en la piel o en la boca y dolor e inflamación de ojos y garganta. Es poco frecuente que se produzca una neumonía, que se manifiesta con dolor en el pecho y dificultades para respirar. El periodo de incubación depende de la vía de adquisición de la infección y puede oscilar entre 1 y 14 días, aunque habitualmente los síntomas aparecen entre los 3 y 5 días.

Tanto la población de roedores silvestres como la posibilidad de contacto entre roedor y humanos en las zonas urbanas están muy influenciadas por los cambios ambientales. Tras años de sequía que pueden disminuir el número de predadores naturales de roedores, un año de intensas lluvias puede aumentar el alimento disponible en forma de semillas e insectos y terminan por crear una situación explosiva de superpoblación de roedores, incrementando notablemente el riesgo de diseminación de enfermedades.

Factores climáticos que pueden influir en el riesgo asociado a los vectores.-

Todos los elementos que tienen influencia en la expansión de este tipo de enfermedades, a saber, patógenos, vectores, hospedadores y reservorios son seres vivos y por ello son muy dependientes de unas determinadas condiciones en su hábitat. De esta forma, es seguro que las condiciones climatológicas van a tener una importante incidencia en su distribución espacial y temporal. Los cambios de temperatura, precipitación y humedad afectan a la biología y ecología de estos animales, produciendo variaciones significativas en el nivel de riesgo.

La temperatura es un factor crítico del que depende tanto la densidad vectorial como la capacidad vectorial: aumenta o disminuye la supervivencia del vector, condiciona la tasa de crecimiento de la población de vectores, cambia la susceptibilidad del vector a los patógenos, modifica el período de incubación extrínseca del patógeno en el vector y cambia la actividad y el patrón de la actividad diaria y de la transmisión estacional.

Al aumentar la temperatura del agua, las larvas de los mosquitos tardan menos tiempo en madurar y, en consecuencia, se aumenta el número de crías durante la estación de transmisión. Se acorta el período de metamorfosis huevo-adulto, reduciéndose el tamaño de las larvas y generándose adultos en un tiempo más corto, pero éstos son más pequeños, por lo que las hembras tienen que tomar sangre con más frecuencia para llegar a poner huevos, lo que resulta en un aumento de la tasa de inoculación. El período de incubación extrínseco (tiempo que tarda el artrópodo desde que se infecta hasta que es infectante) guarda una relación directa con la temperatura: a mayor temperatura el tiempo es menor.

Indirectamente las variaciones de la temperatura y la humedad influyen en la disponibilidad de las zonas de cría (húmedales para mosquitos), en la calidad del agua en los mismos y su composición salina, en la sustitución o eliminación de especies de fauna que comparten su hábitat y en la transformación de los propios hábitats, por lo que tienen gran importancia en la densidad de vectores.

El clima influye de forma decisiva sobre la fenología de una gran parte de artrópodos que incluso entran en letargo (diapausa) en la estación desfavorable, comportamiento éste muy generalizado en las especies de la región Paleártica. El período de actividad estacional de muchas especies puede ampliarse cuanto más se prolonguen las condiciones climáticas favorables.

Un aumento de las precipitaciones podría aumentar el número y la calidad de los criaderos de vectores y la densidad de vegetación que proporcionaría ecosistemas donde posarse, donde mejor vivir al abrigo y con más alimento los roedores hospedadores intermediarios. Las inundaciones, por el contrario, eliminarían el hábitat de vectores y vertebrados, pero obligarían a los vertebrados a un contacto más estrecho con los humanos. Las sequías en lugares húmedos reducirían la velocidad de los cursos de los ríos, creándose remansos que también aumentarían los sitios de cría y propiciarían una mayor deshidratación del vector, lo que le obligaría a alimentarse más frecuentemente, en otras palabras, a aumentar el número de picaduras...”. [Githeko et al., 2000].

Indirectamente los episodios de altas temperaturas que se prevén pueden ser beneficiosos para la salud en lo que se refiere a la existencia de vectores ya que seguramente aumentarán la mortalidad de los mismos. Las lluvias torrenciales tienen un efecto positivo también a corto plazo puesto que eliminan huevos, adultos e individuos en estados intermedios por arrastre. La elevación del nivel del mar cambiará la dinámica del agua en los estuarios y tendrá una gran influencia en los ecosistemas húmedos costeros. Por último, los episodios de intrusión de polvo sahariano que aumentarán de frecuencia provocan un efecto negativo pues junto con las partículas suelen arrastrar artrópodos, quizá vectores que pueden llegar a endemizarse en nuestro país.

Además de estas consideraciones generales, se pueden añadir otras particulares observadas para algunas de las especies descritas con anterioridad. Por ejemplo, para los mosquitos de los géneros *Anopheles* y *Plasmodium*, la duración de la metamorfosis varía según la temperatura ambiental, desde siete días a 31°C hasta veinte días a 20°C. No solo es la biología de la especie la que depende del clima, el comportamiento de los mosquitos también depende de las condiciones meteorológicas, como veremos seguidamente.

En efecto, las picaduras disminuyen notablemente si la humedad relativa es inferior al 52%. La temperatura óptima para el desarrollo del mosquito es de 20-27° C y de 22-30° C para el parásito (22° C para *Plasmodium malariae* 25°C para *Plasmodium vivax* y 30°C para *P. falciparum*). No hay transmisión en altitudes superiores a los 3.000 metros ni en temperaturas mantenidas inferiores a 15° C, ya que la esquizogonia se paraliza (para *P. vivax* si desciende por debajo de 16° C y para *P. falciparum* por debajo de 19° C). Tampoco hay transmisión si la temperatura supera de forma mantenida los 38° C.

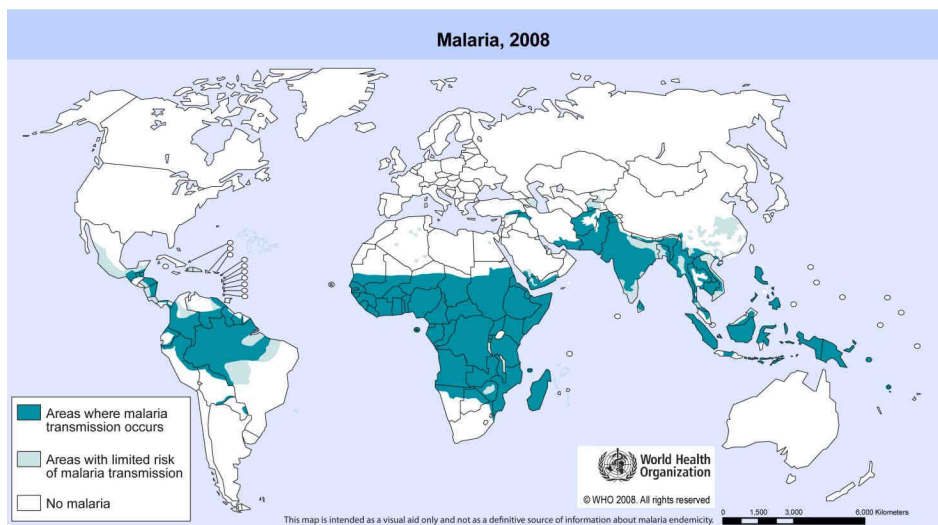


Figura 34: Distribución actual de la malaria en el mundo. Fuente, OMS

Los mosquitos del género *Aedes* son otros vectores importantes y su supervivencia está también limitada por la temperatura: en teoría sobreviven hasta latitudes tan al norte como 42°N (casi las 2/3 partes inferiores de la península Ibérica), pero como son capaces de entrar en diapausa, cuando las condiciones climáticas le son muy desfavorables, el factor limitante real sería la isoterma de -5°C de enero lo que posibilitaría su establecimiento hasta el sur de Suecia.

Nuevamente se ha estudiado la influencia de la temperatura en la infectividad de este género de mosquitos. El período de incubación extrínseco en el mosquito *Aedes albopictus*, vector del dengue, es de 12 días a 30°C, pero si la temperatura se eleva a 32-35°C este período se reduce a tan solo 7 días. A 30°C, un ser humano con dengue debe infectar a 6 mosquitos para que se produzca un caso secundario, mientras que a 32-35°C

tan solo necesita infectar a 2 mosquitos para que esto se produzca, es decir, se multiplica por 3 veces la capacidad vectorial del mosquito [Rogers y Packer, 1993].

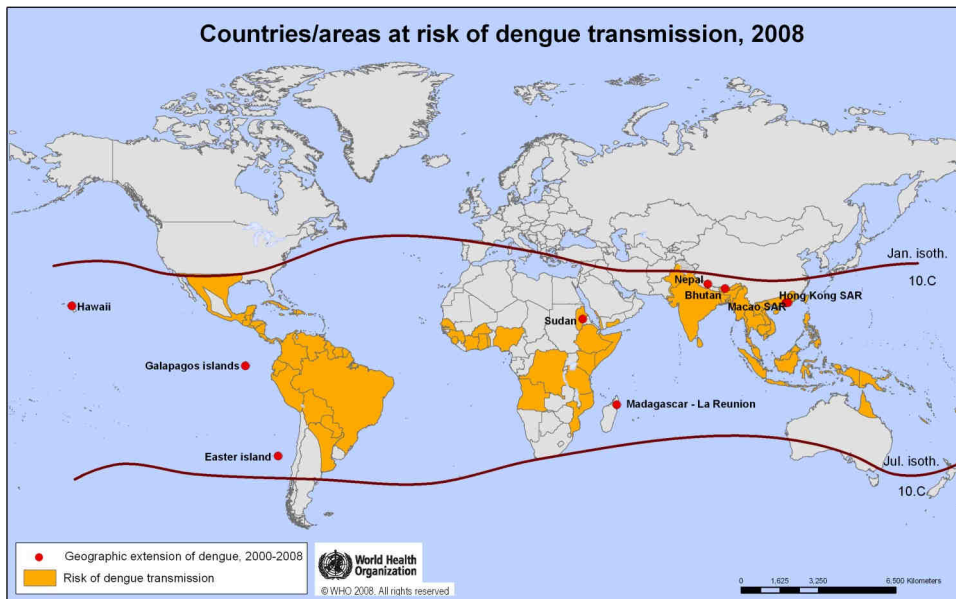


Figura 35: Áreas con riesgo de transmisión del dengue. Fuente, OMS

Como se ve en la figura x, el dengue es endémico en buena parte de las selvas tropicales y subtropicales y se ha extendido a otras áreas en América como consecuencia de la falta de áreas desérticas que frenen su expansión hasta casi alcanzar lo que se considera su hábitat máximo (la isoterma invernal de 10° C). España estaría dentro de las zonas de expansión del dengue aunque se haya protegida por la extensión del Sahara. De ahí que las intrusiones saharianas puedan ser un riesgo importante pues pueden ayudar a saltar esa barrera natural.

Las encefalitis virales transmitidas por los mosquitos del género *Culex* solo se producen en zonas con unas ciertas condiciones ambientales. Se ha demostrado, por ejemplo, que la transmisión no es posible en zonas donde se dan isoterms inferiores a 20°C en verano. En general, la mayor parte de las fiebres hemorrágicas son endémicas de zonas tropicales porque los vectores solo medran en dichas condiciones. De ahí que un desplazamiento de las isoterms pueda inducir una mayor expansión de las zonas afectadas por estas fiebres.

En el caso de la leishmaniosis, aumentos de la temperatura podrían acortar la maduración parasitaria dentro del vector (incrementándose el riesgo de transmisión), reducir el periodo de letargo invernal de los vectores, con el consiguiente aumento en el número de generaciones anuales, y cambiar su distribución geográfica, desplazándose las especies más peligrosas hacia la zona norte de la península, actualmente libre de la enfermedad.

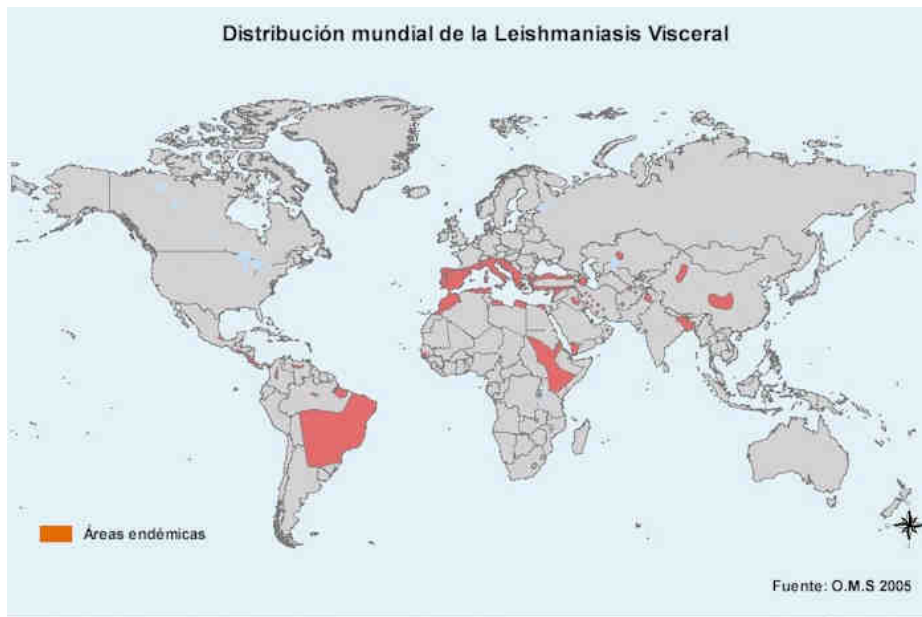


Figura 36: Distribución mundial de la leishmaniasis visceral. Fuente, OMS

Es por ello altamente probable, que la distribución de la leishmaniosis en el continente europeo se amplíe hacia el norte, como consecuencia del calentamiento global del clima, a partir de los límites de distribución actuales de la enfermedad. Por otro lado, existe también un alto riesgo de que la leishmaniosis cutánea antroponótica causada por *Leishmania Tropica*, en la actualidad solo presente en el norte de África y Oriente Medio, pueda emerger en cualquier momento por el sur de Europa.

En el caso de las garrapatas, la dependencia de las condiciones ambientales es muy similar. Como ya se dijo anteriormente, pueden sobrevivir a temperaturas de hasta -7°C , recuperando la actividad vital a los $4-5^{\circ}\text{C}$. Son muy sensibles a mínimos cambios de temperatura, como lo demuestra que tan sólo una isoterma de 2°C condicione la transmisión en África del sur y del este. La disminución de la humedad reduce notablemente la viabilidad de los huevos. Un leve cambio climático podría aumentar la población de garrapatas, extender el período estacional de transmisión y desplazarse la distribución hacia zonas más septentrionales [Randolph, 2001].

Afortunadamente, para ciertas enfermedades como la encefalitis transmitida por garrapatas, el cambio climático proyectado mantendría aún más alejados los focos de esta enfermedad en España. *Ixodes ricinus* (en la Cornisa Cantábrica, la sierra de Cameros en La Rioja y algunas poblaciones aisladas en Guadarrama y norte de Cáceres) es muy sensible al calentamiento climático, y los modelos proyectan que la especie seguramente desaparecería del país aunque podrían quedar poblaciones relictas en las zonas más frías de Asturias y Cantabria.

La especie *Rhipicephalus. sanguineus* no depende directamente del clima, sino de la existencia de urbanizaciones y tipos de construcciones periurbanas-rurales que favorecen su desarrollo y colonización. Es de temer que las garrapatas africanas (*Hyalomma marginatum*, *Hyalomma anatolicum*) puedan invadirnos y podrían estar implicadas en la transmisión de la fiebre viral hemorrágica de Congo-Crimea.

En cuanto a las enfermedades ligadas a la presencia de roedores, la temperatura no es un factor tan importante puesto que estos animales pueden adaptarse muy bien a esas variaciones. No obstante, tanto la población de roedores silvestres como la posibilidad de contacto entre roedor y humanos en las zonas urbanas están muy influenciadas por los cambios ambientales. Tras años de sequía que pueden disminuir el número de predadores naturales de roedores, un año de intensas lluvias puede aumentar

el alimento disponible en forma de semillas e insectos y terminan por crear una situación explosiva de superpoblación de roedores, incrementando notablemente el riesgo de diseminación de enfermedades.

Como vemos, en general, las condiciones ambientales pueden desempeñar un papel importante en la distribución de enfermedades. Si bien, la afección es propia para cada tipo de especie y/o reservorio, en general se puede decir que las condiciones que limitan la expansión de estas enfermedades están ligadas a la temperatura y que un aumento de esta puede ocasionar que determinadas enfermedades hoy endémicas de zonas tropicales puedan aparecer o reaparecer en Andalucía como consecuencia del cambio climático.

Factores indirectos que influyen en el riesgo asociado a los vectores.-

Como dijimos anteriormente, se acepta que no solo el cambio climático puede favorecer la expansión de estas enfermedades emergentes y reemergentes sino que hay otras manifestaciones del cambio global que también tienen influencia en esta expansión y que solo están relacionadas indirectamente con el cambio climático. A modo de ejemplos no exhaustivos podemos mencionar los siguientes.

Uno de los principales cambios que se ha producido últimamente es la difuminación de la diferencia existente entre zonas urbanas y rurales puesto que se invaden continuamente el hábitat rural con nuevas construcciones y urbanizaciones. Ya se mencionó algo de ello cuando se habló de las enfermedades transmitidas por garrapatas pero conviene insistir en que este tipo de urbanización incrementa la densidad de hospedadores humanos susceptibles, lo que conlleva una mayor facilidad para que sobrevivan los patógenos. Por otra parte, el desarrollo urbano en los extrarradios cercanos a zonas rurales o boscosas puede dar lugar a un aumento de contacto entre el hombre, vectores y reservorios.

La deforestación que se produce tanto por razones climatológicas como por la intervención directa del ser humano, permite igualmente la presencia habitual de humanos en el bosque y reconvierte la superficie en terreno agrícola, lo que aumenta el número de posibles criaderos de vectores y el contacto del hombre con reservorios y vectores. La abundancia de comida favorece la superpoblación de roedores y de los parásitos que éstos albergan multiplicando las posibilidades de transmisión de enfermedades.

Las previsiones de cambio climático son que se va a reducir la cuantía de precipitaciones y, como consecuencia, disminuiría la humedad del suelo y la existencia de humedales y similares. Esto puede resultar positivo en este caso pues disminuye la presencia de zonas de cría de mosquitos. No obstante, los planes de irrigación y abastecimiento de aguas incrementan la superficie acuática, con lo que se subsana la desaparición de los criaderos de vectores. Más aún, al situarlos en las cercanías de zonas habitadas, favorecen el contacto entre vectores y seres humanos, lo que está facilitando la expansión de diversas especies de mosquitos por la cuenca mediterránea.

Por otro lado, las especies que actúan como vectores se caracterizan por aprovecharse de la presencia humana y haber sabido adaptarse de forma óptima a esta convivencia que les reporta beneficios por un lado y les elimina competencia por otro. De hecho, cada reducción de la biodiversidad que se produce es altamente probable que redunde en su beneficio al eliminar competencia y/o depredadores. En este sentido, la afección del cambio climático sobre la biodiversidad es probablemente uno de los efectos que más les benefician en su expansión. Igualmente, las prácticas económicas humanas que reduzcan la biodiversidad como son los planes de intensificación agrícola, la desertización, el aumento de la erosión y la contaminación física y química de los

terrenos son igualmente potencialmente beneficiosas para estas especies y aumentan el riesgo de diseminación de las enfermedades que ellos transmiten.

Otro factor a considerar es el de la globalización. La movilidad masiva de bienes, servicios, poblaciones, productos agrarios y ganaderos favorece la importación de vectores, reservorios, e incluso patógenos desde zonas endémicas. Es perfectamente conocida la aparición de casos de enfermedades tropicales que son importados por parte de turistas, inmigrantes o personas que viajan a estos países.

Además de lo anterior, algunos de los factores de riesgo más importantes para la infección por las zoonosis son la presencia de vertederos incontrolados y escombreras, así como otras zonas que propicien el desarrollo y crecimiento del flebotomo adulto, así como sus larvas, la presencia de albergues animales en malas condiciones higiénico-sanitarias cercanas a núcleos de población y la presencia de perros vagabundos o que no reciben el adecuado tratamiento sanitario prescrito.

Evaluación de la vulnerabilidad.-

Respecto de la exposición de la población frente a las zoonosis, la Organización Mundial de la Salud establece una jerarquización de los niveles de riesgo asociados a dicha exposición dividiendo a la población en varios grupos en función de su estilo de vida o de su capacitación laboral. De acuerdo con el mencionado estudio, los grupos de mayor riesgo frente a la zoonosis son los siguientes:

- a) Agricultores, ganaderos y cualquier otro individuo en estrecho contacto con el ganado y/o sus productos.
- b) Todo el personal que trabaja en mataderos y plantas procesadoras de productos y subproductos de origen animal.
- c) Personas que frecuentan el hábitat silvestre por motivos profesionales o recreativos.
- d) Personas que estén en contacto frecuente con animales de compañía o con animales silvestres que habiten el medio urbano.
- e) Profesionales sanitarios asistenciales y de laboratorio.
- f) Profesionales que realizan cualquier tipo de investigación que implique frecuentes visitas al campo.
- g) Personas en situación de catástrofe, refugiados o que viven en condiciones de hacinamiento o infravivienda.

Además de estos grupos más vulnerables para todas las zoonosis, se puede hacer un estudio más en profundidad para algunas de las patologías más importantes, bien por el elevado nivel de riesgo que poseen o por la elevada probabilidad de que aparezcan o reaparezcan en nuestra comunidad.

Leishmaniosis

La población más vulnerable se situará donde confluyan los vectores (flebotomos), los focos de contagio y una densidad alta de población que aumente la probabilidad de infección en humanos. El flebotomo no requiere de la presencia de agua para poner sus huevos, por lo tanto, cualquier zona es propicia para su desarrollo. De hecho, el mayor foco de leishmaniosis en Europa se encuentra en Guadix (Granada), a una altitud de entre 900 y 950 metros sobre el nivel del mar [Menne y Ebi, 2006]. La Figura x muestra la distribución y densidad de esta enfermedad a escala nacional.

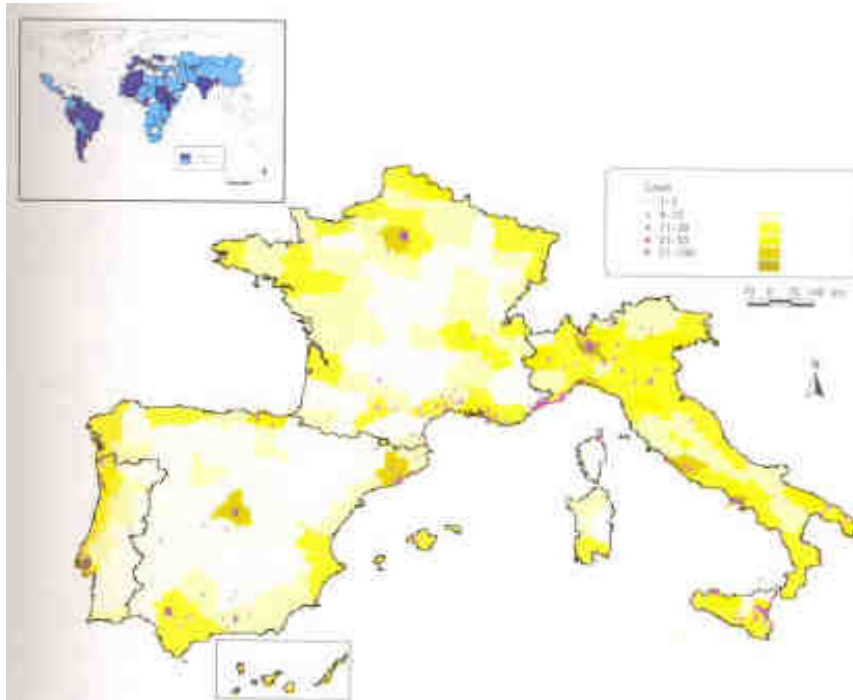


Figura 37: Casos de infección por leishmaniosis por densidad de población. Fuente: Menne y Elbi, 2006.

Por otro lado, en cuanto a su incidencia, según estudios de Martín Sánchez *et al.* (1993), la tasa de infección por *L. infantum* transmitida por *P. perniciosus* en Almería tenía una relación directa con la temperatura media anual y dicha relación era de un 5,4% / °C. Otro estudio de Morillas Márquez *et al.* (1996), situó esta relación para la tasa en un 3,7 % / °C para Málaga.

Tomando esta relación como constante y teniendo en cuenta que la subida media de las temperaturas a 2050 con el modelo ECHAM para el escenario A2, se sitúa entre 2° C y 3° C, podría producirse un incremento (manteniendo constantes los parámetros considerados en el estudio) en el número de infecciones por leishmaniosis en Almería y Málaga, de hasta un 16% y 11%, respectivamente. Convendría realizar más estudios para tener datos más fiables pero para las otras provincias (Córdoba, Granada y Jaén) que poseen tasas elevadas de incidencia, se puede estimar que el aumento sería aproximadamente del mismo orden, es decir en torno al 10-15%.

No obstante, el clima no es el único factor determinante de la tasa de infección de esta enfermedad. Es sabido que la incidencia está disminuyendo como consecuencia de una política más decidida de lucha contra las zoonosis. En consecuencia, y aunque no se poseen datos sobre la evolución de esta enfermedad en Andalucía, cabe esperar que tal y como se muestra en el conjunto nacional de la Tabla x, el número de casos tienda a disminuir en el futuro pese al mayor riesgo inducido por el aumento de temperatura.

PAIS	1990-1995	1996-1998	1999-2001
Francia	127	132	59
Italia	144	85	106
Portugal	29	88	42
España	473	412	214

Tabla x: Número de casos de leishmaniosis notificados en Europa. Fuente, Menne y Ebi, 2006.

Enfermedades tropicales.

Analizando los factores anteriormente expuestos, se puede concluir que la población más vulnerable se situará en las áreas donde confluyan los vectores

(mosquitos) con los reservorios. Este tipo de áreas en Andalucía podrían venir marcadas por humedades, especialmente aquellos próximos a la costa o la desembocadura de ríos, así como los núcleos de población próximos a las zonas inundables de la ribera del Guadalquivir.

El cambio climático mejora las condiciones para la reproducción de los mosquitos en estas zonas al adelantar la primavera y al incrementar el nivel de las mareas. Para la elaboración de esta vulnerabilidad se solicitó información sobre la distribución de vectores a la Diputación de Huelva, al Servicio de Control de Mosquitos, y estadísticas de tasa de morbilidad de este tipo de enfermedades, al Centro Nacional de Enfermedades Tropicales (ISCIII) y a la Red de Investigación de Centros de Enfermedades Tropicales (RICET).

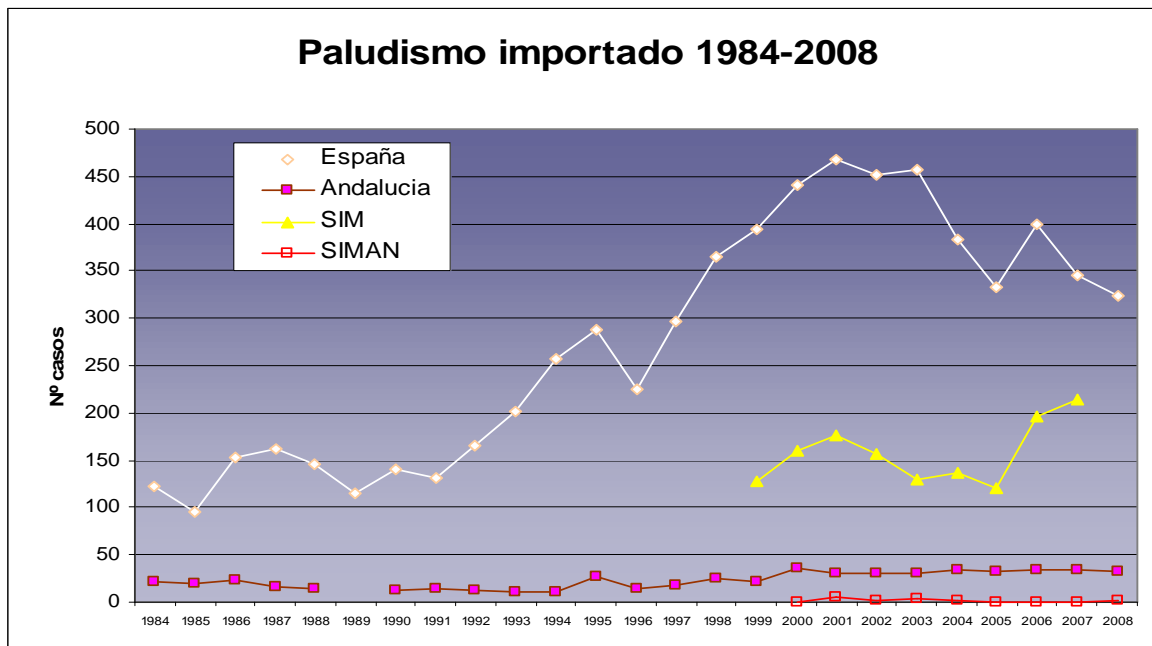


Figura 39: Paludismo importado en España. Fuente, ISCIII

Los humedales y zonas inundables son los hábitats más propicios para el desarrollo de mosquitos y lugares de llegada de aves provenientes de África; en este sentido, aunque no de manera exclusiva, los humedales serían aquellas áreas que pueden constituir reservorios y/o áreas favorables para la reproducción del vector, necesario para la transmisión de la enfermedad.

La ribera del Guadalquivir o gran parte de la provincia de Cádiz serían propicias para la reproducción de los vectores al igual que los núcleos urbanos próximos a los humedales más extensos en Andalucía, que son las marismas del Odiel, Doñana y la Bahía Cádiz. Cabe señalar que el número de factores que intervienen en el proceso de infección de malaria son múltiples y complejos; por tanto, estas zonas representan exclusivamente los hábitats más propicios para la reproducción de los vectores de este tipo de enfermedades.

Por otro lado, la tasa de incidencia en Andalucía era relativamente baja en el periodo 2000-2002, siendo la media anual de casos de 18'3. Los distritos con un mayor número de casos fueron los de la costa malagueña, gaditana y onubense, así como la ciudad de Sevilla.

Para el caso del virus del West Nile que, por su patogenicidad y amplia distribución, es uno de los más y mejor estudiados a nivel mundial, de las 13 especies de culícidos presentes en Andalucía, 5 presentan carga viral positiva y 4 de ellas son vectores potenciales de la enfermedad. Se han hallado pruebas de circulación local del

virus a lo largo del año en aves e incluso anticuerpos humanos en Sevilla, lo que indican infecciones pasadas del virus a personas pero no se ha producido aún un brote serio de encefalitis.

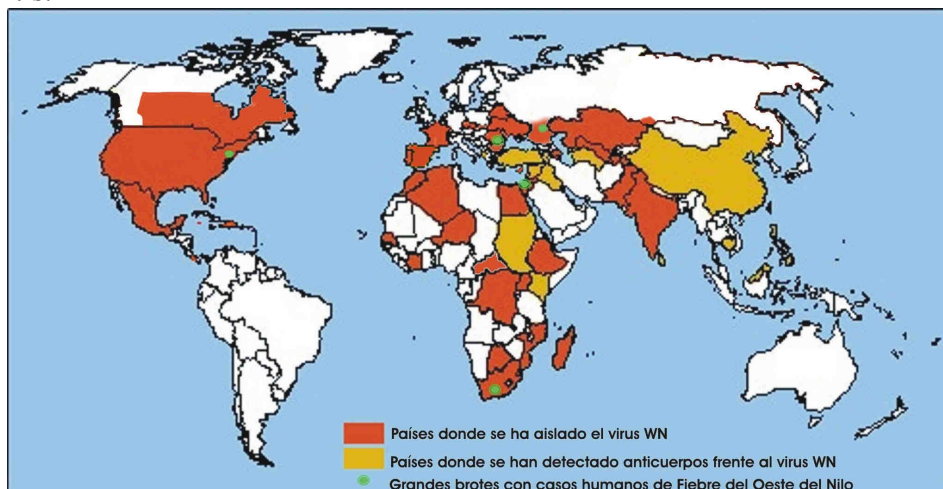


Figura 40: Distribución mundial del virus West Nile. Fuente OMS.

Enfermedades transmitidas por garrapatas.

La población más vulnerable se situará en las áreas donde confluyan los vectores con los focos de contagio para este tipo de enfermedades. En el caso de la enfermedad de Lyme, por ejemplo, la población más vulnerable será la rural, debido a un esperable mayor contacto con animales.

Las garrapatas reúnen muchas de las condiciones para ser buenos vectores en Andalucía puesto que su longevidad en este ambiente es elevada (por encima de 3 años), todas las fases ninfales e incluso los machos son hematófagos y soportan muy bien las bajas temperaturas si son por bajos periodos de tiempo e incluso la inanición invernal. Por el contrario son muy sensibles a los descensos de humedad relativa, lo que provoca que las zonas más vulnerables sean nuevamente las que se encuentren cerca de humedales.

En cuanto a la fiebre Q se puede decir que es complicado realizar una estimación sobre su prevalencia. De hecho, todavía es una enfermedad poco conocida, a pesar de que se describió hace más de 60 años. Por estos motivos, probablemente el número de casos de fiebre Q está subestimado [Fraile y Muñoz, 2010]. La presentación clínica es muy variada e incluye formas graves con un mal pronóstico. Frecuentemente, los casos agudos se presentan como una infección asintomática, un síndrome gripal, una neumonía o una hepatitis.

En España, donde la enfermedad es endémica, encontramos una diversidad de síndromes similar a la del resto de Europa, ya que en Andalucía se diagnosticó fiebre Q9 en el 30% de los pacientes ingresados por fiebre de más de 7 días, mientras que, en el País Vasco, hasta el 60% de los casos de neumonías contraídas en esta comunidad se atribuyeron a una infección por *C. burnetii*.

Las tasas disponibles sobre la enfermedad de Lyme obtenidas de las memorias estadísticas de la Consejería de Salud no son suficientes para elaborar un análisis completo. En el año 2005, el número de casos en Andalucía fue de 9 y la tasa por 100.000 habitantes de 0,11. En cuanto a los casos de fiebre exantemática, el número de casos en Andalucía en el año 2005, fue de 53, y la tasa de infección de 0,68 por 100.000 habitantes.

La evolución en el número de casos de esta enfermedad desde el año 1999 viene representada en la Figura x:

Se puede observar que se ha registrado un descenso en el número de casos al año, si bien serían necesarias series más prolongadas de datos para constatar esta tendencia. El número de casos de fiebre exantemática en Andalucía ha descendido en los últimos años; desde 1999 en provincias como Málaga, en las que se ha reducido a la mitad. Por tanto, de acuerdo a la evolución experimentada, no es de esperar un repunte de este tipo de zoonosis.

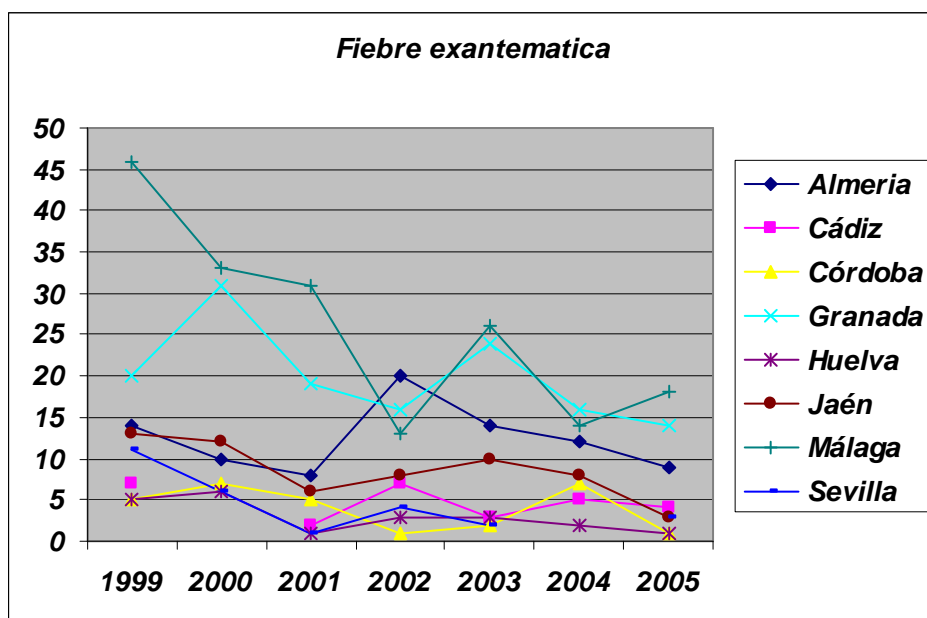


Figura 41: Casos anuales de fiebre exantémica declarados en Andalucía. Fuente: Consejería de Salud

En general, Andalucía es una de las zonas más vulnerables a la introducción de nuevas enfermedades por la proximidad y la semejanza climática con las zonas del norte de África donde este tipo de enfermedades suelen ser endémicas. Las perspectivas no son muy negativas puesto que se sabe que el establecimiento de nuevas zonas de endemia requiere del ingreso masivo y simultáneo de reservorios conjuntamente con un deterioro notorio de las condiciones socio-sanitarias, lo que no es probable en el caso andaluz.

Uno de los posibles orígenes de focos de enfermedad son las personas que proceden de zonas endémicas, bien como consecuencia de un viaje turístico o por emigración. No obstante, se espera que estos posibles brotes sean limitados y de corta duración y no puedan generalizar la infección de vectores locales. Nuevamente, el buen funcionamiento de los servicios sanitarios andaluces y la universalidad del tratamiento médico disminuye de forma significativa las posibilidades de riesgo.

El previsible escenario climático del futuro favorecerá indudablemente el establecimiento de algunos vectores importados pero igualmente se producirá la desaparición de otros. Esta última condición es más probable para el caso que nos ocupa, de las garrapatas. En todo caso, la emergencia o reemergencia de enfermedades vectoriales es el resultado de múltiples factores y no se cree que el cambio climático sea el más significativo de todos ellos.

Medidas preventivas o correctoras.-

El primer grupo de medidas a introducir sería aumentar el conocimiento de lo que está pasando. Para ello, conviene indicar que este tipo de enfermedades están incluidas dentro de los protocolos epidemiológicos de control de enfermedades

emergentes o reemergentes y que existe toda una batería normativa para regular este control.

Dentro de esta normativa destacan las siguientes:

§ **Decreto 66/1996 de 13 de febrero**, por el que se constituye en la Comunidad de Andalucía el Sistema de Vigilancia Epidemiológica y se determinan las normas del mismo.

§ **Orden de 19 de diciembre de 1996**, por la que se desarrolla el anterior y se establece la relación de Enfermedades de Declaración Obligatoria. Modificada por la **Orden de 17 de junio de 2002**.

§ A nivel nacional, el **Real Decreto 2210/95 de 28 de diciembre**, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica.

§ A nivel internacional, el **Reglamento Sanitario Internacional**.

§ A nivel europeo, las **Redes de Vigilancia de Enfermedades** a través del ECDC de la Unión Europea.

Dentro de las situaciones conceptuadas como alerta en la **Orden de 17 de junio de 2002** mencionada, se encuentra el siguiente apartado de declaración obligatoria como alerta:

“Enfermedad transmisible emergente o reemergente, o agente infeccioso nuevo en el territorio de Andalucía, cuya ocurrencia pueda requerir una intervención urgente de los servicios de salud pública”.

De este modo se deben detectar, registrar y analizar todas aquellas situaciones de aparición en el territorio de Andalucía de un solo caso de enfermedad relacionada con un vector de nueva aparición o una enfermedad importada de este tipo (paludismo, dengue, otras fiebres hemorrágicas, etc.). Esto se lleva a cabo mediante la correspondiente encuesta metodológica para discriminar el origen autóctono o alóctono de la infección y prevenir de este modo la transmisión humana. Todas estas enfermedades están recogidas en el nuevo Reglamento Sanitario Internacional, de igual modo, se registran los brotes de enfermedades debidas a infestaciones por diversas causas, que puedan ser fruto de la aparición de vectores hasta ahora no considerados.

La Consejería de Salud colabora además, en redes coordinadas con otros Organismos para detectar vectores y enfermedades concretas consideradas emergentes, por ejemplo, el *West Nile Virus* y otras arbovirosis, contemplando todo el ciclo de posibles reservorios del mismo.

Todas las enfermedades anteriormente expuestas, se vigilan a través del Sistema EDO (Enfermedades de Declaración Obligatoria) en el SVEA (Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Andalucía) y el SIMAN (Sistema de Información Microbiológica de Andalucía), en el cual se controlan las enfermedades emergentes, transmitidas por artrópodos y zoonosis.

El segundo grupo de medidas son las de prevención. Una vez que se sabe a qué nos enfrentamos y se detectan los principales elementos de riesgo, se pueden diseñar medidas para evitar que se generen situaciones peligrosas. Tanto la Unión Europea como la OMS, tienen programas específicos para combatir este tipo de enfermedades.

Cada tipo de enfermedad tiene unas medidas preventivas específicas, pero con carácter general, se pueden agrupar en aquellas encaminadas a la actuación sobre la combinación patógeno-vector, sobre el hospedador intermediario, o sobre su reservorio. Las medidas de prevención genéricas por orden de importancia serían:

- Fomento de campañas para desparasitar a los animales.
- Identificar, localizar y controlar las poblaciones de los vectores, mediante el uso de insecticidas así como las zonas más favorables para su reproducción.

- Educación sanitaria, por ejemplo hábitos para evitar picaduras.
- Establecer programas coordinados con la OMS y la Unión Europea en esta materia.
- Definir un modelo de coordinación entre los Servicios Centrales y los Servicios de Salud de Atención Primaria, en materia de zoonosis.
- Normalizar actuaciones de prevención y control de zoonosis ante casos humanos declarados de enfermedad.
- Identificar los factores de riesgo asociados a las diferentes zoonosis que se producen en Andalucía.
- Preparar y tener previstos los mecanismos necesarios de actuación en caso de declaración de procesos nuevos, emergentes o reemergentes.

Adicionalmente, las recomendaciones de carácter general, que realiza la “Evaluación Preliminar de Impactos del Cambio Climático en España” [MMARM, 2005], son los siguientes:

“...La colección de datos de forma prospectiva y la investigación de manera precoz en el triángulo de interacción "cambio climático-vectores-población" tendría el beneficio de la creación de un banco de datos que sería de extrema utilidad. Estos sistemas deberían incluir, además, variables como cambios demográficos, económicos y ambientales, pues los cambios en la epidemiología de las enfermedades más infecciosas puede deberse a estos últimos factores más que al cambio climático en sí.

*Se deberían realizar estudios de prevalencia de ciertas enfermedades, como las flaviviriasis, mediante estudios de seroprevalencia en las poblaciones de riesgo. Además, se deberían estudiar las poblaciones de vectores para la detección precoz de nuevas especies y para la determinación de la dispersión geográfica de las poblaciones de especies foráneas recientemente detectadas (como es el caso de *A. albopictus*).*

Estos estudios deberían ser lo suficientemente eficientes y exactos para detectar mínimos cambios en la salud. Desafortunadamente, los sistemas actuales de monitorización vectorial no responden a estas premisas.

En esencia, la detección del cambio pasa por la detección de microorganismos patógenos: en los vectores (virus del dengue o de la encefalitis del Nilo Occidental en mosquitos); en los reservorios naturales (roedores, aves o équidos) y; en los humanos (tanto de habitantes asintomáticos de áreas de riesgo como de pacientes ingresados con patologías compatibles, mediante análisis de sangre, sueros, líquidos cefalorraquídeos, etc.)...”.

En cuanto a las medidas de control correctivas, en general se puede decir que el control de este tipo de enfermedades tiene unas implicaciones ciertas para las políticas a nivel estatal y autonómico. En España no existe una legislación específica adaptada a las necesidades actuales para el control vectorial. Además de los programas de control de mosquitos en España han de aplicarse las regulaciones de inspección, certificación y cuarentena de los productos de comercio procedentes de zonas endémicas que puedan transportar vectores, tales como ruedas usadas o plantas exóticas como el bambú de la suerte.

Igualmente sería necesario tomar medidas para eliminar o disminuir las situaciones de riesgo ambientales que se describieron anteriormente en este apartado como la confusión de hábitats urbanos y rurales, la aparición de humedales incontrolados en los que se puedan desarrollar poblaciones de vectores, la no aplicación de medidas preventivas de control de poblaciones de roedores y otras medidas similares que dificulten la proliferación de plagas. En este punto, convendría extenderse un poco más sobre los sistemas de desinfección-desratización-desinsectación y su control por parte de las autoridades sanitarias, pero se descarta por falta de tiempo y/o espacio.

En cuanto a las implicaciones para las políticas de investigación y/o gestión del conocimiento las podríamos resumir en:

- Fomentar y desarrollar los Programas de Vigilancia y Control de las Enfermedades de Transmisión Vectorial, con una financiación suficiente y estable.
- Que estos programas estén a su vez coordinados con otros programas de vigilancia a nivel nacional.
- Aunar la investigación entre los distintos grupos de investigación que trabajen en campos diferentes y pertenezcan a las distintas áreas, tales como veterinaria, epidemiología, entomología, zoología y medicina.
- Dotar de forma adecuada a los laboratorios de referencia y a los laboratorios asistenciales de los hospitales para el diagnóstico seguro de las enfermedades vectoriales.
- Difundir el conocimiento existente mediante cursos de formación específicos en las Universidades españolas.
- Difusión entre la población de medidas de control, protección personal y profilaxis.

LINEAS DE ACTUACION: ACCIONES INMEDIATAS

Acciones que ya se están realizando.-

Como hemos ido viendo a lo largo de los estudios de vulnerabilidad e impactos, muchos de los efectos del cambio climático en la salud pueden describirse como el agravamiento de determinantes que hoy en día ya existen y para los que se han desarrollado baterías de medidas para su control. En consecuencia, en el futuro se seguirán implementando estas medidas aunque se corregirán su alcance o su intensidad en función de las nuevas circunstancias ambientales que se produzcan.

De hecho, podemos aventurar que en la mayor parte de los casos, la adaptación de las políticas de salud al cambio climático se va a estructurar de esta manera, es decir una adaptación continua y no traumática de políticas preexistentes como consecuencia de los cambios ambientales que se van detectando en los sucesivos periodos de evaluación. Como, además, el alcance de los sucesivos planes de salud o de los programas no suele abarcar más de cinco años, no cabe duda que la planificación de las actuaciones puede irse adaptando progresivamente a las nuevas condiciones ya que se espera que estas cambien en periodos más dilatados de tiempo.

Por todo lo anterior, cabe decir que muchas de las acciones a tomar se encuentran ya en marcha. Seguidamente se hará un resumen de las actuaciones que se realizan, a las que se debe incluir la realización de este plan de adaptación y la obligatoriedad de incluir consideraciones relativas al cambio climático en todas las actuaciones que se planifiquen dentro de la Consejería de Salud. Revisando en cada uno de los determinantes de salud antes considerados, podemos extraer las siguientes medidas ya implementadas o en curso de hacerlo:

Para luchar contra los efectos de las **olas de calor** las actuaciones más relevantes están incluidas en el ya existente "*Plan andaluz de prevención contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud*" que es el desarrollo territorial autónomico del "*Plan Nacional de acciones preventivas contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud*" y es, por tanto, una concreción del mismo en el desempeño de sus competencias y en función de sus recursos y organización político-administrativa.

La estrategia del Plan está basada en las siguientes actividades:

1. Predicción de la ocurrencia de las olas de calor a partir de la información facilitada por la Agencia Española de Meteorología. Definición de los grupos de riesgo potenciales y definición de alertas por exceso de temperatura.

2. Información anticipada a los Organismos implicados, profesionales sanitarios y de los Servicios Sociales, y población general, sobre el Plan, los efectos del calor excesivo y las situaciones calificadas como alerta, que se produzcan. Integrarlo en un Plan de Comunicación.

3. Coordinación con las administraciones y entidades públicas y privadas competentes en la identificación, seguimiento y atención de los grupos de riesgo establecidos. Implantación de un Sistema de Información y Vigilancia.

4. Alerta en su caso de los dispositivos asistenciales, tanto de atención primaria como hospitalaria.

5. Sistema de información sobre morbilidad atendida y mortalidad.

Como se mencionó en su respectivo apartado, todas las medidas de lucha contra las altas temperaturas deben realizarse en base a las verdaderas temperaturas de disparo de la mortalidad para cada provincia y no apoyándose en parámetros climatológicos exclusivamente. Además, si se quiere evitar la mortalidad, deben implementarse uno o dos días antes de que se prevea que va a producirse la ola de calor y alertar no sólo a los hospitales, sino también, y de manera fundamental, a los servicios de atención social.

Para los efectos del cambio climático sobre las **inundaciones**, se mencionó la puesta en marcha del Plan de Emergencia ante Riesgo de Inundaciones. Estas medidas no son competencia de la Consejería de Salud pero ésta sí que ha colaborado en la redacción de una parte del plan y se encarga de su implementación. En concreto, nos estamos refiriendo a las actuaciones a realizar por el grupo sanitario de intervención. El Grupo Sanitario tiene como misión principal el llevar a cabo las medidas de socorro referidas a primeros auxilios y asistencias a afectados y ordenación de la evacuación a centros asistenciales, así como aquellas medidas referidas a la protección ante riesgos para la salud en los efectivos intervinientes y en el conjunto de la población, el control de la salud ambiental y el control alimentario.

En cuanto a las medidas correctoras frente a la incidencia de los **contaminantes atmosféricos** sobre la salud, estas estaban divididas en tres grupos. Dentro de las medidas de reducción de la contaminación, la Consejería de Salud trabaja actualmente colaborando en la redacción de los Planes de Mejora de Calidad del Aire, concretamente en la evaluación de los efectos sobre la salud de las medidas tomadas. Dentro de las medidas de reducción de la exposición, las más relevantes para la Consejería son las de difusión de conocimientos a la población para que puedan tomar decisiones informadas al respecto. Las medidas destinadas a la minimización del impacto o de tratamiento de las patologías asociadas no se han detallado en este documento por entenderse que escapan al propósito de este plan, pero pertenecen por completo a nuestro ámbito de actuación.

Las principales medidas de información se toman para los contaminantes que poseen un elevado efecto agudo como es el ozono. A este respecto se recuerda que se dan avisos cuando se superan los umbrales de exposición a partir de los cuales se considera que pueden aparecer riesgos para la población. Se han establecido los siguientes umbrales:

UMBRAL DE INFORMACION A LA POBLACION $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (como valor medio en una hora)

UMBRAL DE ALERTA A LA POBLACION $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (como valor medio en una hora)

En caso de superación de los dos últimos umbrales se informará a la población sobre la superación o superaciones observadas, la previsión para la siguiente tarde o día, sobre el tipo de población que se puede ver afectado, sobre los posibles efectos en la salud, las precauciones recomendadas y las medidas preventivas para reducir la contaminación o la exposición a esta.

Como se comentaba con anterioridad, a priori, las condiciones de higiene en Andalucía garantizan la seguridad respecto a la aparición sistemática de este tipo de enfermedades. Sin embargo, se puede esperar una pérdida de la estacionalidad de la aparición de las mismas en favor de una prolongación de la época favorable para su transmisión.

En cuanto a las actuaciones correctoras para los riesgos derivados del contacto con el **agua**, la Consejería de Salud realiza ya las siguientes actuaciones:

- Actuaciones específicas de control de abastecimiento de agua potable, calidad de aguas de baños costeras, continentales y recreativas, que realizan las unidades de sanidad ambiental e higiene alimentaria.
- Realización de informes sanitarios para cada nueva infraestructura de suministro de agua de consumo humano, en la que se evalúa el riesgo sanitario existente y potencial.
- Vigilancia a través del SVEA y el SIMAN de las toxi-infecciones alimentarias (salmonelosis, estafilococias,...) y otras enfermedades de transmisión hídrica o alimentaria (hepatitis A, fiebres tifoideas,...).
- Vigilancia y control de las instalaciones de riesgo de proliferación y difusión de Legionella, conforme a la normativa estatal y regional.
- Otras enfermedades emergentes de este ámbito tales como el cólera, son vigiladas a través del Reglamento Sanitario Internacional.
- Fomento de la investigación referente a la toxicología de las cianobacterias y a su presencia en las aguas de baño de la comunidad autónoma.
- Coordinación con las diferentes administraciones implicadas (locales, medioambientales, hidráulicas) para la identificación de los problemas que causan riesgos para la salud en aguas de baño y la corrección de dichos problemas.
- Difusión de información en la página web dirigida a la ciudadanía para que conozcan los riesgos a los que se encuentran sometidos y las posibles actuaciones a realizar para minimizarlos.
- Formación permanente de sus trabajadores para que puedan realizar evaluaciones de riesgo adecuadas en estos aspectos emergentes o de nueva aparición.

Para conseguir reducir al mínimo los riesgos sanitarios ligados al **consumo de alimentos** existen dos grandes grupos de medidas que se están realizando ya de forma habitual. Las primeras implican el recurso al control oficial de los alimentos y los piensos: se trata de una política coordinada a nivel europeo para garantizar la seguridad alimentaria a través del seguimiento de toda la cadena de producción y la garantía de la trazabilidad de los alimentos que se ponen en el mercado.

Las segundas medidas están dirigidas hacia el ciudadano. Éste debe conocer y estar permanentemente informado de los riesgos a que se encuentra expuesto y de las sencillas medidas que puede tomar para minimizarlos. Se habilitarán, pues, canales de comunicación y de difusión de información a la ciudadanía y se señalarán también algunas medidas básicas de protección frente a las toxoinfecciones alimentarias, especialmente las que surgen en el entorno familiar.

En cuanto a las afecciones ligadas a las **alergias al polen**, en este tema las acciones más interesantes que se están realizando ya están ligadas a la correcta información al público. Una información que tiene dos vertientes: la de los niveles de pólenes existentes en la atmósfera y la de una serie de consejos que deben seguir para minimizar los efectos alérgicos.

Los sistemas de aviso a la población se están generalizando en los últimos años. En diversas regiones españolas se encuentran ya disponibles sistemas en los que incluso se envían mensajes gratuitos a teléfonos móviles en los que se informa de los niveles de polen existentes en la zona donde se habita. En otras ocasiones, lo que se hace es disponer de esa información en diversos medios de comunicación.

A este respecto conviene indicar que la información que se facilita al público debe ser sencilla de comprender y los mejores sistemas desarrollados son los que crean una serie de niveles de alerta categorizando los posibles efectos sobre el personal alérgico en un número muy corto de categorías: normalmente del tipo BAJO, MEDIO y ALTO.

En cuanto a los riesgos relacionados con una excesiva exposición a los **rayos ultravioleta**, actualmente las principales medidas son de información y divulgación a la población. Cualquier instrumento educativo debe utilizarse como parte integral de un programa para informar a la población sobre la protección solar y los riesgos de la radiación UV para la salud, así como para cambiar las actitudes y el comportamiento de las personas con respecto a la exposición a la radiación UV. El IUV debe dirigirse especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas. Las recomendaciones de las campañas educativas deben subrayar que el riesgo de efectos adversos para la salud debidos a la exposición a la radiación UV es acumulativo, y que la exposición en la vida diaria puede ser tan importante como la que se produce en una situación extrema como durante unas exposiciones prolongadas en la playa.

Por último en las enfermedades ligadas a la expansión de **vectores** se están realizando ya medidas de identificación de la situación actual, mediante seguimiento tanto de los vectores, reservorios y demás especies implicadas como de las enfermedades que se producen (de declaración obligatoria), medidas de divulgación e información al público y también medidas de investigación y lucha contra las condiciones que favorecen su dispersión.

Medidas de implantación a corto plazo.-

Aparte de todas las medidas anteriores que se van actualizando en cada uno de los programas y/o planes que elaboran periódicamente los técnicos de la Consejería de Salud, el tema se ha considerado de tal importancia que ha merecido un capítulo específico en el **IV Plan de Salud de Andalucía**, cuyo lanzamiento e implantación está previsto a partir del año 2012.

En efecto, el compromiso segundo al que se llega en el Plan está redactado con el siguiente título: “PROTEGER Y PROMOVER LA SALUD DE LAS PERSONAS ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, LA GLOBALIZACIÓN Y LOS RIESGOS EMERGENTES DE ORIGEN AMBIENTAL Y ALIMENTARIO”. Como se ve, el cambio climático se engloba dentro de un proceso más amplio de cambio global para el que se desarrolla toda una estrategia propia de adaptación dirigida a la protección de la salud de la ciudadanía andaluza.

De acuerdo al artículo 30 de la Ley de Salud de Andalucía, “*El Plan Andaluz de Salud, será el marco de referencia y el instrumento indicativo para todas las*

actuaciones en materia de salud en el ámbito de Andalucía". En concreto, el IV Plan Andaluz de Salud se orienta a los determinantes sociales de la salud, a la actualización o emprendimiento de nuevas iniciativas, tanto para identificar los activos para la salud, como para prepararse para nuevos retos, así como a la generación, gestión e incorporación del conocimiento sobre la salud.

Es un plan que se dirige hacia los determinantes de la salud con la convicción de que actuar en el origen de los problemas de salud puede resultar la manera social y económicamente más eficiente de generar salud. Y con la seguridad de que todo ello se ha de hacer desde la incorporación de los criterios de gobernanza por los agentes competentes sobre dichos determinantes a nivel autonómico, provincial o local. De ahí la necesidad de abordar un plan que vaya integrando la estrategia de Salud en Todas las Políticas.

En lo que se refiere al compromiso de dar respuesta a los retos de la globalización y el cambio climático, se empieza por abordar los campos de investigación que conviene estimular a mediano plazo, y que incluyen los siguientes:

- la elaboración de mejores modelos integrados para evaluar los riesgos que acarrearán los ecosistemas para la salud humana a causa de la variabilidad del clima;
- la relativa importancia de las adaptaciones técnicas, como el acondicionamiento de aire y otras respuestas de adaptación a las variaciones extremas del clima; y la interacción del aumento de la temperatura con los mayores niveles de radiación ultravioleta y la calidad del aire exterior (particularmente en las zonas urbanas).

En este sentido, se siguen las recomendaciones hechas a los diferentes países por los organismos internacionales para la realización de una evaluación general de la vulnerabilidad de la población a los posibles efectos sanitarios de los diversos componentes del cambio climático, llegando a la conclusión de que los elementos a los que no se ha prestado una debida atención son el aumento de la radiación ultravioleta y de la contaminación del aire urbano.

Como el plan aborda no solo el cambio climático, sino también los efectos de la globalización, parte del análisis de que uno de los más claros efectos de la globalización es el movimiento poblacional. Vinculado al movimiento poblacional se encuentra el problema de las enfermedades transmisibles emergentes y re-emergentes. La existencia de fronteras internacionales en Andalucía hace necesario potenciar la vigilancia de enfermedades infecciosas mediante la cooperación con países limítrofes en vigilancia de la salud.

Por último, pasamos a mencionar las estrategias y actuaciones que se engloban dentro de la lucha frente al cambio climático y la globalización en el IV Plan Andaluz de Salud.

META 1: Preparar a la sociedad andaluza ante los retos de salud derivados del cambio climático y acciones antropogénicas no sostenibles.

- a. Conocer el impacto del cambio climático en la salud de la población andaluza.
- b. Promover estrategias de adaptación a los efectos para la salud del cambio climático.
- c. Desarrollar un sistema permanente de comunicación e interacción con la sociedad.
- d. Aumentar y fomentar actividades medioambientalmente sostenibles y saludables en el ámbito local.

META 2: Reducir los efectos negativos para la salud asociados a la globalización en protección de la salud.

- e. Analizar en el ámbito de protección de la salud el impacto de la globalización en la salud de la población andaluza.
- f. Fortalecer la vigilancia y el control de enfermedades transmisibles emergentes y reemergentes (ETIER).
- g. Reorientar las políticas de protección de la salud en base a la creciente complejidad de los comportamientos de consumo en este ámbito.
- h. Establecer la implantación de medidas de vigilancia y control de productos milagro y terapias alternativas.

META 3: Garantizar un alto grado de protección de la salud frente a los riesgos de origen alimentario y ambiental y promover la mejora de la calidad del entorno donde viven y trabajan las personas.

- i. Establecer estrategias de respuesta ante los riesgos emergentes de origen ambiental y de la cadena alimentaria.
- j. Conocer la exposición de la población andaluza a factores ambientales emergentes.
- k. Diseñar una estrategia de comunicación sobre riesgos emergentes que aborde cuando menos aquellos que en cada momento sean objeto de preocupación social.
- l. Desarrollar una estrategia de protección frente a riesgos ambientales de entornos específicos.
- m. Ajustar el impacto de la aplicación de las nuevas tecnologías en la producción de alimentos.
- n. Asegurar apoyo analítico para el proceso de vigilancia y análisis de riesgos con excelencia científica y técnica y calidad en el marco del nuevo modelo de salud pública.

META 4: Desarrollar un modelo de organización inteligente que genere, fomente y comparta el conocimiento y la innovación, promoviendo la mejora continua y la calidad de las actuaciones en materia de protección de la salud.

- o. Creación de las bases y estructuras necesarias para trabajar con un enfoque integrado y totalmente multidisciplinar de las tareas propias de protección de la salud.
- p. Fortalecimiento de los sistemas eficientes de información y registro de datos en las áreas de protección de la salud, así de los que permitan el intercambio rápido de conocimiento.
- q. Apuesta decidida por sistematizar, evaluar y mejorar los procedimientos de trabajo en protección de la salud.

Líneas de investigación.-

A desarrollar en informes sucesivos