

Trabajo Fin de Grado

La contaminación atmosférica en Zaragoza y su
importancia en prensa digital.

Autor/es

Carlos Oliver Palomares.

Director/es

José María Cuadrat.

Universidad de Zaragoza. Facultad Filosofía y Letras.

2018

La contaminación atmosférica en Zaragoza y su importancia en prensa digital.

Carlos Oliver Palomares.

RESUMEN.

La contaminación atmosférica ha adquirido gran importancia en las últimas décadas. Cantidades elevadas de agentes nocivos son emitidos directamente a la atmósfera a través de industrias, vehículos motorizados, calefacciones etc. Estas sustancias perjudiciales han destruido parte de la capa de ozono que nos protege contra los rayos ultra violetas provenientes del sol y acrecientan el problema de la lluvia ácida. Además, agudizan el efecto invernadero y, por lo tanto, la consecuencia directa es el calentamiento global. La situación se torna insostenible y los medios de comunicación como generadores de opinión pública deben dar un paso adelante para concienciar a las sociedades y que estas reduzcan las emisiones de los gases contaminantes.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, gases, ozono, calentamiento global, prensa digital, fuentes de emisión, inmisión.

Air pollution in Zaragoza and its importance in the digital press.

ABSTRACT.

Air pollution has become very important in recent decades. High amounts of harmful agents are emitted directly into the atmosphere through industries, motorized vehicles, heating, etc. These harmful substances have destroyed part of the ozone layer that protects us against ultra violet rays from the sun and increase the problem of acid rain. In addition, they exacerbate the greenhouse effect and, therefore, the direct consequence is global warming. The situation becomes untenable and the media as generators of public opinion must take a step forward to raise awareness in societies and that these reduce emissions of polluting gases.

Keywords: Air pollution, gases, ozone, global warming, digital press, emission sources, immission.

ÍNDICE.

1.	Introducción.....	5
2.	Objetivo del proyecto.....	6
3.	Fuentes.....	6
4.	Metodología.....	7
5.	Contaminantes atmosféricos.....	8
5.1	Conceptos de contaminación atmosférica, emisión e inmisión.....	8
5.2	Contaminación atmosférica.....	9
5.3	Fuentes de emisión.....	10
5.4	Efectos que producen los agentes contaminantes.....	11
5.5	Consecuencias a nivel mundial de la contaminación atmosférica....	15
5.6	Transporte de los contaminantes en la atmósfera.....	18
6.	La contaminación atmosférica en la ciudad de Zaragoza.....	19
6.1	Redes de vigilancia de la contaminación atmosférica en la ciudad de Zaragoza.....	20
6.2	Sensores.....	23
7.	Evolución de la contaminación en Zaragoza.....	24
8.	Evolución anual de la contaminación en Zaragoza.....	29
9.	Comparación entre ciudades.....	50

9.1	Comparativa Zaragoza – Madrid.....	50
9.2	Comparativa Zaragoza – Murcia.....	55
10.	Acciones para reducir la contaminación.....	60
10.1	Acciones curativas.....	61
10.2	Acciones preventivas.....	61
11.	Seguimiento de la importancia en prensa digital de noticias relativas a la contaminación del aire. Número de publicaciones y tratamiento que se le da a la contaminación atmosférica en Zaragoza.....	62
12.	Conclusiones.....	72
13.	Bibliografía.....	74
14.	ANEXO.....	78

1. Introducción.

Muchos agentes contaminantes, sobre todo tras la Revolución Industrial de la segunda mitad del siglo XVIII, han penetrado en la atmósfera, se trasladan en ella y reaccionan entre sí. Este tipo de sustancias implican un riesgo y daño tanto para los humanos, como para los vegetales y animales a corto plazo. Por otra parte, a medio plazo “pueden cambiar el clima, producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos todos ellos de una gran importancia global”(Cortina, 2012).

La producción en las fábricas, el desarrollo del transporte (coches, aviones, trenes barcos...) y el uso de combustibles han generado que determinadas materias como el dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre entre otros gases hayan aumentado su presencia en el aire que nos rodea. Poco a poco la población ha tomado conciencia de la gravedad de la situación y los dirigentes de los principales países han firmado protocolos y convenios para reducir la contaminación atmosférica. Entre ellos destacan: el Convenio de Ginebra de 1979, el Convenio Marco de las Naciones Unidas de 1992 al cual se incorporó en 1997 el Protocolo de Kioto, el Protocolo de Gotemburgo de 1999 y el Convenio de Estocolmo de 2001.

Pese a ello, según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2018, 9 de cada 10 personas respiran aire contaminado. Además, la directora de Salud Pública y Medio Ambiente de la OMS, María Neira denunció que más de 7 millones de personas mueren al año por causas relacionadas con la polución. En la misma línea, Heather Adair-Rohani, técnica de la OMS, especificó que de esos 7 millones, cerca de 1 millón se producen por inhalaciones en el exterior e interior de la vivienda ya que 3.000 millones de personas no tienen acceso a fuentes de energía limpia para cocinar.

Actualmente, nos encontramos en un momento de la historia marcado por la importancia de los grandes medios de comunicación o “*mass media*”, término que acuñaron dos teóricos de la comunicación como son Harold Lasswell y Paul Lazarsfeld. Son auténticos generadores de contenidos y detentan un inmenso poder a la hora de modificar la opinión pública. Por lo tanto, es fundamental que estos “*media*” conciencien a la sociedad otorgando la importancia que se merecen a los sucesos relativos a la contaminación en general y a la atmosférica en particular.

2. Objetivo del proyecto.

El motivo principal de llevar a cabo este trabajo se fundamenta en demostrar si en los medios de comunicación locales, concretamente en prensa digital, se le otorga a este tema la importancia que realmente merece. No hay que olvidar que el cambio climático se encuentra presente. Muchos estudios e informes, sobre todo de la ONU, lo confirman. Por lo tanto, los medios, dentro de sus deberes públicos, deben ofrecer cobertura sobre noticias relativas a la contaminación. Se trata de un procedimiento sencillo y útil para concienciar a las sociedades que hay que reducir las emisiones de gases nocivos para el planeta.

En la misma línea, otro objetivo consistirá en analizar e identificar los principales agentes contaminantes atmosféricos en la ciudad de Zaragoza a través de los datos obtenidos a partir de las Estaciones Remotas que conforman la Red Automática de Control de la Contaminación Atmosférica. Una vez se hayan hallado aquellas partículas nocivas para el aire, se procederá a una comparativa con determinadas ciudades. De ese modo, se podrá comprobar si los niveles de contaminación en la ciudad de Zaragoza son elevados, medios o bajos respecto a otras urbes.

En este estudio se considerarán 11 años naturales, desde el 2007 hasta el 2017, ambos incluidos.

3. Fuentes.

En primer lugar, puesto que la finalidad de este trabajo reside en comprobar la importancia que se le otorga a la contaminación atmosférica en prensa digital a la capital maña, se ha realizado un seguimiento de los dos principales periódicos de la ciudad en red: Heraldo de Aragón y El Periódico de Aragón.

En segundo lugar, era necesario obtener una fuente fiable de datos para recolectar los valores de contaminación en Zaragoza. El Ayuntamiento de la capital aragonesa ha cumplido con creces esa función. En su página web se han hallado las Estaciones Remotas que registran los datos sobre los niveles de inmisión de los diferentes agentes contaminantes. De ahí se han extraído los valores de 2017. Por otra parte, M^a Nieves López Marqués de Proyecto Precoz facilitó los valores de los 10 años restantes, desde 2007 hasta 2016 incluidos.

El siguiente paso se basaba en obtener los mismos datos pero de dos ciudades distintas a Zaragoza para poder comparar los resultados obtenidos y comprobar cuál es el nivel real de contaminación en la capital aragonesa con respecto a otras urbes. Para ello se han seleccionado Madrid (capital de España) y Murcia (capital de la Región de Murcia). El proceso de disección de datos ha sido el mismo que en Zaragoza a través de sus respectivos Ayuntamientos.

Por último, este escrito versa sobre una temática actual pese a que quizás no reciba la importancia que realmente merece. Por lo tanto, para su elaboración se han consultado distintos artículos académicos y manuales en diferentes bibliotecas de la red como son *AlcorZe* o *Dialnet* y en buscadores especializados como *Hispania* o *Recolecta*. De esta manera, gracias a dichos textos se ha recopilado información que ha facilitado la concepción de una estructura lo más precisa posible.

4. Metodología.

Una vez se hayan extraído las noticias de los dos medios en formato digital se procederá a verificar cómo se trata esa información y qué importancia se le da. Para ello se tendrán en cuenta infografías, fotos y demás elementos que refuercen la divulgación. También, se calculará cuántas noticias se publican al día relativas a la contaminación del aire. Por otro lado, se comprobará si se utilizan datos numéricos de forma objetiva o abusiva así como adjetivos. Igualmente, se estudiarán las fuentes y si son científicas o simplemente se reducen a notas de prensa. Por último, se analizará la dimensión de las publicaciones como otro elemento relacionado con la importancia que se le da, además de ofrecer gráficos que ayuden a comprender dicho tratamiento informativo de forma visual y sintética.

En cuanto a los valores obtenidos de la web del ayuntamiento y a través de M^a Nieves López Marqués la labor de disección ha resultado costosa puesto que los niveles se encuentran divididos por días, así que se ha calculado la media aritmética de cada mes y año de los datos de los cinco principales agentes nocivos en las siete Estaciones Remotas.

Una vez realizada la operación se ha procedido a formular las conclusiones oportunas.

El mismo método se ha empleado con los valores de Madrid y Murcia. Tras extraer y examinar los niveles de contaminación se han comparado los datos con los de la capital aragonesa.

5. Contaminantes Atmosféricos.

5.1 Conceptos de contaminación atmosférica, emisión e inmisión.

En primer lugar, este escrito se centrará en el concepto de contaminación atmosférica.

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que implican riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a los distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (Martínez Ataz & Morales Diaz de Mera, 2004).

Es importante valorar dos elementos de esta definición. Por un lado, para que un agente sea considerado contaminante no es preciso que sea distinto a los componentes naturales del aire, sino que su proporción, en este caso, no sea la natural. Un claro ejemplo es el dióxido de carbono o anhídrido carbónico presente en la composición del aire, pero que en cantidades superiores a las habituales se convierte en contaminante.

Por otro lado, cabe resaltar que normalmente el concepto de contaminación suele asociarse con la acción humana (industrias, vehículos de motor, calefacciones etc.), pero no deben pasar inadvertidos los sucesos por contaminación natural como los terremotos o las erupciones volcánicas.

Por último, es necesario diferenciar entre los términos de emisión e inmisión al mencionar las concentraciones de materiales contaminantes en la atmósfera.

La emisión es la salida de sustancias contaminantes a la atmósfera desde cualquier punto o foco. Se mide al salir del foco que las emite.

La inmisión es la concentración de contaminantes al nivel del suelo o de una atmósfera determinada que pueden afectar a personas, vegetación, animales o materiales.

Los valores de emisión e inmisión son completamente distintos. Los valores de inmisión no son solo los valores de emisión, sino que se debe tener también en consideración la mezcla, el transporte y la deposición en la atmósfera de los agentes contaminantes una vez se han vertido desde un foco determinado. Por ello, esta situación constata la importancia que van a tener los fenómenos meteorológicos ya que se encargarán de la mezcla, transporte y deposición en la atmósfera de las sustancias nocivas.

5.2 Contaminación atmosférica.

La atmósfera, como se ha mencionado anteriormente, sufre la mezcla o contaminación de numerosos elementos y compuestos en forma sólida, líquida o gaseosa. La cantidad de estos productos mezclados con la atmósfera se mide en partes por millón (ppm) existentes en volumen de aire cuando son concentraciones gaseosas, y en miligramos/m³ (mg/m³) cuando se trata de concentraciones de partículas.

Por otro lado, los agentes nocivos podrán dividirse en contaminantes primarios y secundarios.

Los primarios son aquellos que se vierten directamente a la atmósfera, que dañan directamente la vegetación y son irritantes para los pulmones, mientras que los secundarios son aquellas sustancias que se originan por reacciones químicas, fotoquímicas y diversas transformaciones que sufren los agentes contaminantes primarios en el seno de la atmósfera (Martínez Ataz & Morales Diaz de Mera, 2004).

-Contaminantes primarios:

Óxidos de carbono (CO y CO₂).

Óxidos de nitrógeno (NO y NO₂).

Hidrocarburos (CH₄ principalmente).

Óxidos de azufre (SO₂ fundamentalmente).

Aerosoles o partículas.

-Contaminantes secundarios:

Ozono (O₃).

Sulfatos.

Nitratos.

5.3 Fuentes de emisión.

Los contaminantes atmosféricos son emitidos por diversas fuentes.

Monóxido de carbono (CO): El foco de emisión más importante de monóxido de carbono de origen antropogénico tiene que ver con la quema de combustibles en los motores de combustión interna. Otra fuente relevante son los procesos de combustión de calderas y otros procesos industriales. Por otro lado, los volcanes y los incendios naturales constituyen un abundante foco de proyección de CO a la atmósfera.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Los más importantes y a su vez contaminantes del aire son el monóxido de nitrógeno u óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂).

Las fuentes de contaminación de ambos gases pueden ser de origen natural o de origen antropogénico. “Tanto el NO como el NO₂ se producen de forma natural en cantidades muy superiores a las generadas por la actividad humana”(Aránguez et al., 1999), pero estas últimas, se han visto incrementadas de forma notable en los espacios urbanos e industriales.

Dentro de los focos generados por la naturaleza, destacan la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, la combustión vegetal (incendios) y las erupciones volcánicas.

Por otro lado, las actividades del ser humano que vierten NO_x a la atmósfera tienen que ver con los escapes de los vehículos motorizados, especialmente los diésel, y la combustión del petróleo, carbón y del gas natural. El humo del tabaco o el de la madera quemada también liberan este gas.

Hidrocarburos: En la mayoría de los HC, la fuente de emisión es de origen natural como el caso del metano (CH₄) que es el hidrocarburo liberado en mayores

cantidades a la atmósfera. Su foco habitual tiene que ver con la descomposición bacteriana.

Del mismo modo, se puede hablar de fuentes de origen humano en los procesos de combustión y transporte del petróleo. Los tubos de escape de los vehículos de motor también liberan estos gases.

Óxidos de Azufre (SO_x): Se puede concluir que más de la mitad de los vertidos de SO_x a la atmósfera tienen que ver con la actividad humana. La combustión de petróleo, carbón, las calefacciones de las viviendas y la industria metalúrgica componen los principales focos de emisión.

En cuanto a las fuentes naturales, destacan las erupciones volcánicas.

Partículas en suspensión: Las principales fuentes de emisión son de origen antropogénico. Destaca la combustión en los motores diésel así como la ejecución de obras públicas de diversa índole.

Dentro de los focos naturales cobran cierta importancia la erosión y la intrusión de polvo africano.

Ozono (O₃): El O₃ da lugar a numerosas confusiones. Cabe aclarar que se debe distinguir entre dos tipos de ozono pese a que tienen la misma composición molecular. El primero de ellos es el ozono estratosférico que se encuentra en la estratosfera a 50 kilómetros (km) de la superficie terrestre. Este compuesto protege a la tierra de los rayos ultravioletas dañinos para la salud humana y es en la estratosfera donde se encuentra el “famoso” agujero de ozono.

Por otro lado, el ozono troposférico se ubica en la troposfera a 10 km de la superficie de la tierra. Debido al aumento en las emisiones por parte del ser humano de gases nocivos como los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos fundamentalmente, este ozono se encuentra en concentraciones superiores a las naturales. Por lo tanto, actúa como un contaminante atmosférico que genera problemas para la salud. Además, acentúa el efecto invernadero cuya consecuencia se traduce en el cambio climático.

5.4 Efectos que producen los agentes contaminantes.

El aumento del número de contaminantes provoca una serie de efectos tanto para los humanos, como para los vegetales y por supuesto, para los materiales.

Desde luego, resulta paradójico que el hombre, a través de sus acciones, emita sustancias nocivas para su salud.

Monóxido de carbono: Los efectos negativos para los seres humanos son dolor de cabeza, mareo y cansancio en pequeñas cantidades. En dosis elevadas, las consecuencias se traducen en convulsiones e incluso la pérdida del conocimiento junto con dificultad respiratoria.

Por último, los efectos más devastadores que produce este gas en los humanos son la isquemia (provoca que la sangre deje aportar nutrientes a los tejidos) y la hipoxia (es un tipo de isquemia producida por falta de oxígeno). Si la exposición se prolonga el siguiente paso es el estado de coma y posteriormente la muerte.

Por otra parte, las bacterias que viven en las raíces de las plantas cuentan con la habilidad de eliminar el CO. Pese a ello, en determinadas circunstancias, aparecen efectos secundarios como la disminución de la fijación de nitrógeno en las raíces.

En último lugar, el monóxido de carbono no tiene efectos perjudiciales sobre la superficie de los materiales.

Óxidos de nitrógeno: Estos compuestos químicos generan graves efectos negativos sobre la salud humana. En pequeñas cantidades producen la irritación de los ojos, nariz, garganta y pulmones. Si la exposición a estos gases se prolonga las consecuencias pueden ser irreversibles. Las personas más vulnerables son aquellas con asma, los menores de seis años y los mayores de 75 años además de las embarazadas.

Por otro lado, de todos los óxidos de nitrógeno, el NO₂ es el único que es tóxico para las plantas en concentraciones prolongadas. Sus efectos son visibles en las hojas de los vegetales ya que cambian a color negro o a un marrón rojizo. De otro modo, los NO_x limitan el crecimiento vegetal.

Finalmente, estos compuestos químicos producen acidificación en las edificaciones. Otras consecuencias negativas son la corrosión de los metales y la pérdida de intensidad en los colores de las construcciones.

Hidrocarburos: Entre los efectos negativos para la salud humana que implica el contacto con estos compuestos químicos destacan: problemas respiratorios, irritaciones en la boca, intestino, faringe, ojos y piel, aumento de la probabilidad de contraer cáncer y debilitamiento muscular entre otros.

Por otra parte, los hidrocarburos apenas provocan resultados malignos sobre las plantas. Tan solo, algunos de ellos les producen daños a los vegetales más sensibles.

En último lugar, estos compuestos tampoco afectan a los materiales y edificaciones.

Óxidos de azufre: Los óxidos de azufre componen gases irritantes y tóxicos que afectan fundamentalmente a las mucosidades y los pulmones. En bajas cantidades generan bronquitis, asma y paradas respiratorias. En altas concentraciones y de forma prolongada en el tiempo, sus efectos pueden ser irreparables. Otra de las consecuencias más conocidas de estos compuestos consiste en la formación de la lluvia ácida tras la reacción con el agua que se encuentra en la atmósfera. Esta es la culpable de la acidificación de los lagos y ríos que produce la desaparición de las familias de peces.

El dióxido de azufre es el más temido por los vegetales. En concentraciones prolongadas mata el tejido de las hojas, principalmente de las jóvenes que son las más afectadas.

Por último, los SO_x provocan daños en distintos materiales.”Un alto contenido de óxidos de azufre en el aire produce la aceleración de la corrosión de los metales tales como el acero al carbono, zinc, acero galvanizado, compuestos del cobre, níquel y aluminio”(Cortina, 2012). Por otra parte, también generan deterioros en pinturas además de que producen deficiencias de funcionamiento al entrar en contacto con sistemas eléctricos y electrónicos. Además, “el SO₂ también ataca a los materiales de construcción formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas” (Martínez Ataz & Morales Diaz de Mera, 2004).

Partículas: Por supuesto, tanto las partículas como los aerosoles (conjunto de partículas suspendidas en un gas) provocan daños en la salud humana tales como dolores pulmonares y de cabeza e irritaciones de la garganta y ojos en concentraciones moderadas. Si la exposición se prolonga y las cantidades son elevadas pueden

“ocasionar problemas de salud graves, como ataques de asma, ataques cardíacos, derrames cerebrales y una muerte temprana” (EPA, 2016) además de cáncer de pulmón.

Por otro lado, resulta demoledor que según la Agencia Europea del Medio Ambiente, el material con partículas en el aire causó 428.000 muertes prematuras en Europa en 2014.

En cuanto a las consecuencias negativas sobre los vegetales, las partículas dificultan el desarrollo de la planta y limitan su crecimiento natural. Este proceso se debe a que estas sustancias recubren el vegetal y no permiten su función clorofílica. Su consecuencia es fatal ya que tampoco desarrollan la fotosíntesis.

Finalmente, debido a la fuerza del viento, estas diminutas sustancias chocan contra los materiales y los erosionan. Por lo tanto, se puede hablar de daños estéticos y económicos de reparación.

Ozono: “Penetra por las vías respiratorias y provoca irritaciones de las mucosas y en los tejidos pulmonares. Cuando las concentraciones alcanzan cotas elevadas, las inflamaciones en los pulmones pueden llegar a causar daños irreversibles en la función respiratoria” (Fron Gil, 2007). En menor medida el ozono contribuye al dolor de cabeza, irritación en los ojos y tos. Además, se ha demostrado que el ozono puede llegar a empeorar el asma.

Por supuesto, el O₃ también ataca a las plantas. Se introduce en el vegetal y ataca a las células para destruir la clorofila y dificultar la fotosíntesis. También puede limitar el crecimiento de las plantas. De forma visual, el daño se muestra a través de puntos oscuros en la hoja.

En último lugar, la principal consecuencia negativa de las emisiones de ozono para los materiales tiene que ver con la erosión en las construcciones ya que el O₃ ataca a la pintura y produce grietas unido a la pérdida de resistencia de los materiales implicados en la edificación. Del mismo modo, con una mayor humedad estos efectos se ven intensificados.

En definitiva, el ser humano es consciente de todos los efectos perjudiciales que generan estos gases tanto para su salud como para los vegetales y los materiales. Pese a que se han reducido el número de emisiones, los niveles todavía no son los deseados. Por lo tanto, las pérdidas económicas en estudios médicos para curar enfermedades y en

replantaciones forestales así como los daños de valor histórico y artístico en monumentos y edificaciones seguirán a la orden del día.

5.5 Consecuencias a nivel mundial de la contaminación atmosférica.

Debido a la dispersión de estas sustancias contaminantes, los efectos pueden presentarse a cientos o miles de kilómetros de los focos de emisión. Por citar un ejemplo, si un país como China emite metano, las consecuencias de que estas partículas se mezclen en la atmósfera pueden exhibirse en Argentina o cualquier otro lugar del mundo.

Se puede hablar principalmente de tres consecuencias globales de la contaminación atmosférica: La lluvia ácida, el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono.

Lluvia ácida: Se denomina lluvia ácida a las precipitaciones que se combinan con óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y/o trióxido de azufre junto con la humedad de la atmósfera y caen en forma de lluvia ácida con un alto nivel corrosivo (Martínez Ataz & Morales Diaz de Mera, 2004).

Con la llegada de la industrialización, las emisiones de SO₂ se intensificaron debido a la combustión de carbón y petróleo. Junto con las erupciones volcánicas unidas a la industria metalúrgica han provocado que los niveles de este gas aumenten notablemente. Así que este dióxido de azufre combinado con la humedad de la atmósfera produce SO₃.

Por otro lado, otro de los gases que dan lugar a la formación de la lluvia ácida son los NO_x. Quizás la principal fuente de emisión provenga de las reacciones producidas en los motores de los automóviles y aviones. La industria del motor es consciente de este problema y ya incluye en los vehículos catalizadores para reducir y controlar los gases nocivos expulsados por el motor de combustión interna.

Resulta disparatado que ciertos espacios que son los que presentan mayores problemas por este tipo de precipitaciones apenas proyecten los gases que interactúan con ellas.

Por último, la lluvia ácida produce una serie de efectos negativos. La lluvia normal presenta un PH de entre 5,5 y 5,7 unidades. Se considera lluvia ácida cuando su nivel de PH es inferior a 5. Pueden llegar a alcanzarse grados de PH de 4 unidades o menos incluso. Desde luego cuando los niveles son inferiores a 3, tan solo sobreviven algunas especies de invertebrados y determinadas plantas.

Además, la lluvia ácida es corrosiva y destruye progresivamente las construcciones, infraestructuras y monumentos sobre todo si contienen mármol o caliza.

En cuanto a la salud humana, no hay estudios que demuestren que este tipo de precipitaciones generen efectos nocivos directos sobre el hombre. Pero indirectamente, la lluvia ácida contiene metales y sustancias tóxicas disueltas que pueden ser transportadas de forma natural hasta acumulaciones de agua potable.

Finalmente, un estudio llevado a cabo por Vincent Gauci de la *Open University* propone que estas precipitaciones podrían agudizar el efecto invernadero.

Efecto invernadero: Hoy en día, se percibe una latente preocupación acerca del calentamiento global (incremento de la temperatura media del planeta). El efecto invernadero es la principal causa de este aumento de la temperatura.

Los rayos solares penetran en la superficie terrestre y son repelidos tras calentarla. Pero parte de esa energía transformada en calor que proviene del sol se queda almacenada en el planeta por la acción de varios gases que lo absorben. Se trata de un proceso que actúa como el de un invernadero, de ahí su nombre.

Lo primero que se debe tener en cuenta al mencionar este suceso es que se antoja fundamental para que el clima de la tierra se ajuste a las necesidades humanas. Es posible que sin el efecto invernadero, la vida no fuese posible. Pero el problema radica en que la acción del hombre ha agudizado este proceso mediante la emisión de determinados gases a la atmósfera que retienen mayor cantidad de energía calorífica. De este modo, se puede hablar de efecto invernadero natural y efecto invernadero antropogénico.

Tras la Revolución Industrial, las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, ozono y sobre todo de clorofluorocarbonos (CFC) se han visto incrementadas. Pero al aumentar la cantidad de estos gases en la atmósfera, el calor retenido en la superficie terrestre será mayor. Principalmente, este suceso ha cobrado importancia en las últimas décadas.

El acrecentamiento de la temperatura media de la tierra debido al incremento del efecto invernadero puede provocar una serie de consecuencias globales catastróficas. En primer lugar, el deshielo de los casquetes polares que supondría el crecimiento del nivel

del océano que inundaría ciudades. En segundo lugar, otra de las consecuencias fatales tiene que ver con la desertización causada por las altas temperaturas y las bajas precipitaciones.

Para tratar de paliar todos estos problemas, los gobiernos de las principales economías han firmado una serie de protocolos para reducir el número de emisiones de estos gases llamados de efecto invernadero. El más famoso de ellos fue el Protocolo de Kioto. Pero todavía hay determinados estados que se niegan a aceptar estos convenios dado que repercutirán de forma negativa en sus economías.

Destrucción de la capa de ozono: El ozono se encuentra ubicado en la estratosfera y ejerce de escudo ya que protege al ser humano de la radiación ultravioleta que procede del sol. De esta manera, esta sustancia permite la vida en la tierra. “Aunque las moléculas de O₃ juegan un papel vital en la atmósfera, se trata de un compuesto relativamente poco abundante. Por cada millón de moléculas de aire, menos de diez son de ozono”(Vázquez Dols & Cámara Rascón, 1999).

El problema comienza tras la industrialización de nuevo. En las últimas décadas el nivel de O₃ se ha visto debilitado formando un enorme agujero (agujero de ozono) con pérdidas de hasta el 60% de este gas. De este modo, la radiación ultravioleta que incide sobre la superficie terrestre es mayor dado que la capa que la filtra es menor. Otra vez, la acción del hombre es la causante. “Nadie soñó que la actividad humana amenazara la capa de ozono hasta que a mediados de 1970 los científicos descubrieron la sorprendente situación”(Vázquez Dols & Cámara Rascón, 1999).

Este desgaste del ozono estratosférico se debe a la emisión de CFC como los aerosoles, los disolventes y los refrigerantes. Estos gases liberan átomos de cloro (Cl) que destruyen las moléculas de O₃. Por último, no solo los clorofluorocarbonos destruyen la capa de ozono sino que a los óxidos de nitrógeno también se les achaca su parte de culpa.

Este aumento de rayos ultravioletas que llegan al planeta por la disminución del ozono estratosférico acarrea importantes consecuencias negativas para los hombres, la fauna y la flora. En primer lugar, las investigaciones médicas constatan que los niveles altos de radiación ultravioleta producen un incremento en los cánceres de piel, generan cataratas en la vista y pueden alterar el sistema inmunológico. Por otro lado, los organismos

marinos pueden ver alterada su capacidad de reproducción con la disminución de la población que implica. Finalmente, también modifican el crecimiento de determinadas plantas (sobre todo de árboles coníferas) e impiden su proceso de fotosíntesis.

En definitiva, el ser humano tiene el poder de destruir el planeta a través de la emisión de gases contaminantes pero también tiene el deber y la obligación de mantenerlo para las generaciones futuras.

5.6 Transporte de los contaminantes en la atmósfera.

Una vez los contaminantes son emitidos a la atmósfera, tiene lugar su dispersión debido a una serie de fenómenos ambientales como son el viento, la disminución de la temperatura conforme se asciende, el efecto del mar y el de las montañas y laderas y, por último, los efectos urbanos (islas térmicas).

Viento: Se trata de un fenómeno meteorológico fundamental para el transporte de agentes contaminantes. Para intentar averiguar hacia dónde se dirigirán las sustancias nocivas es básico conocer cuál es la velocidad y la dirección del viento.

Por otra parte, también se deben tener en cuenta las turbulencias (variaciones caóticas en la velocidad y dirección del aire) en el estudio de la dispersión a través del viento.

Gradiente térmico vertical: La temperatura disminuye con la altura. A este fenómeno se le denomina gradiente térmico vertical.

Este proceso se asienta en que los rayos solares calientan la superficie terrestre. De esta manera, el suelo se convierte en la principal fuente de calor del aire. Por lo tanto, cuanto más se aleje de la superficie planetaria más se enfriará.

El ser humano se encuentra ubicado en la troposfera y en esta zona la temperatura disminuye aproximadamente 6 grados cada 1000 metros. De esta manera, se produce el proceso de convección térmica. Se trata de un procedimiento mediante el cual las masas de aire caliente ascienden (y vuelven a enfriarse según aumenta la altitud) y las frías descienden (y vuelven a calentarse según disminuye la altitud por el calor que irradia el suelo). Este proceso es importante ya que desplaza de forma vertical todos los contaminantes mezclados en el aire y se repite de manera continua.

Factores topográficos: Existen otra serie de factores topográficos que también transportan las sustancias nocivas.

En primer lugar el efecto del mar: La velocidad de calentamiento y enfriamiento de la tierra y el mar son distintos. Durante la mañana, la tierra se calienta más rápido que el océano por lo que el sentido de circulación del viento es de la costa hacia la tierra. A la noche, la tierra se enfría también a mayor ritmo que las superficies acuáticas por lo que en este caso la dirección del aire será de la tierra al mar. Se deduce que el desplazamiento de los agentes contaminantes es en horizontal.

En segundo lugar los relacionados con las montañas y laderas: El proceso es idéntico al de la costa. Durante el día, las montañas se calientan a mayor velocidad que las laderas así que el sentido de circulación del aire es de abajo hacia arriba. Durante la puesta del sol, el efecto es similar así que el viento soplará de montañas a laderas. Por lo tanto, en este caso el desplazamiento de los agentes contaminantes es vertical.

En último lugar los efectos urbanos: En las ciudades debido a las calefacciones y a la circulación de vehículos se forman las llamadas islas térmicas. La temperatura en el centro de las poblaciones es superior a la de las zonas rurales y el extrarradio. Por lo tanto, las masas de aire tienden a ascender en las ciudades por el calor y descienden en los suburbios. Precisamente, Hans Bruyninckx, científico belga y experto en política medioambiental, en uno de sus editoriales titulado “Señales de la AEMA 2015, vivir en un clima cambiante” trata con profundidad el concepto de isla térmica. En el artículo, presenta una visión en conjunto de todos los factores que modifican el clima y explica sus posibles repercusiones para la salud humana, el medio ambiente y la economía.

6. La contaminación atmosférica en la ciudad de Zaragoza.

Zaragoza es la capital de Aragón. Se trata de una ciudad con una población de 664.938 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2017) y es la quinta más poblada del país. Se encuentra encajonada en el centro de un valle a orillas de los ríos Ebro, Gállego, Huerva y el Canal Imperial de Aragón.

Zaragoza cuenta con una posición geográfica estratégica a 300 kilómetros de Madrid, Barcelona, Valencia y Toulouse.

En cuanto a su clima es mediterráneo con influencia continental.

Se caracteriza por bajas precipitaciones que se concentran sobre todo en los meses de primavera (320 mm anuales), y una temperatura media moderada de 15,3 grados. La continentalidad del clima se observa en los bruscos cambios de temperatura entre los meses de invierno y verano en los que se alcanzan con facilidad los 30 °C. (Serrano, Tejedor, Cuadrat, & Saz, 2015).

También, respecto al clima, el viento juega un importante papel tanto por su frecuencia como por su intensidad. En ocasiones puede alcanzar los 100 km/h.

Además, la acción del hombre unida al clima repercute en que se forme una isla térmica donde las temperaturas son más elevadas que en las zonas rurales inmediatas. Según el informe elaborado por la Oficina de la Agenda 21 Local del Ayuntamiento de Zaragoza, las temperaturas mínimas anuales son 1,1°C más altas en la ciudad que en el aeropuerto, y en invierno llegan a ser entre 1,2 y 1,4°C superiores. En verano se incrementan hasta 5 grados.

Por último, según otro informe redactado por la OMS y actualizado el 3 de mayo de 2018, Zaragoza es una de las ciudades con mayor contaminación en España. La razón tiene que ver con que el viento no siempre aleja a las sustancias contaminantes sino que a veces permite que se mantengan en la misma atmósfera.

6.1 Redes de vigilancia de la contaminación atmosférica en la ciudad de Zaragoza.

Las poblaciones deben cumplir una serie de condiciones reguladas por la legislación vigente en cuanto a la calidad del aire. Para cumplir dichos requisitos, cada ciudad elabora sus propios programas de control de la calidad del aire. De esta manera, mediante estos proyectos, en el caso de que se observen desviaciones se procederá a adoptar las medidas oportunas para reducir de nuevo la contaminación.

Zaragoza cuenta con una Red de Control de la Contaminación Atmosférica. Esta Red la constituyen siete Estaciones Remotas (El Picarral, Las Fuentes, Roger de Flor, Renovales, Avenida Ciudad de Soria, Centro y Jaime Ferrán) y una Estación Central ubicada en el Ayuntamiento Zaragoza. El funcionamiento es simple, cada una de las Estaciones Remotas recopila datos en tiempo real de los niveles de inmisión y transfiere todas estas variables a la Estación Central. De este modo, se vigila que ningún agente nocivo supere sus límites de contaminación establecidos por la ley.

Por último, la Red de Control se completa con un Panel de Información Atmosférica situado en la Plaza Aragón para informar a los habitantes sobre los niveles de contaminación de la ciudad. Los datos que aparecen en el Panel de la Plaza Aragón conforman una valoración sobre los niveles medios diarios. Para ello, se elabora una escala de intervalos comprensible para todos los habitantes que abarca desde la graduación “muy bajo” hasta “muy alto”; contaminación muy baja, baja, media, moderada, alta y muy alta.

De esta manera, con este sistema de información se da cumplimiento al punto primero del artículo 20 de la Constitución Española (CE) de los derechos fundamentales y las libertades públicas según el cual “cualquier ciudadano tiene derecho a comunicar o recibir libremente información veraz por cualquier medio de difusión”.

También se da cumplimiento a la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.



Mapa de la ubicación de las Estaciones Remotas. (Fuente: Elaboración propia).

NOMBRE	DIRECCIÓN	ALTITUD	ZONA	TRÁFICO
Roger de flor	C/ Roger de flor	212 metros	Urbana	Intenso
El Picarral	C/ S. Juan de la Peña	195 metros	Urbana	Moderado
Jaime Ferrán	C/ Jaime Ferrán	196 metros	Suburbana	Muy ligero
Renovales	Parque José Antonio Labordeta	220 metros	Urbana	Sin tráfico
Las Fuentes	C/ María de Aragón	198 metros	Urbana	Medio
Centro	C/ Albareda	210 metros	Urbana, comercial y residencial	Bajo
Avda. Soria	Avda. ciudad de Soria	208 metros	Urbana	10.010 vehículos/día

Tabla 1: Especificaciones técnicas de las Estaciones Remotas. (Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza).

6.2 Sensores.

Cada una de las Estaciones Remotas cuenta con una serie de sensores para medir agentes contaminantes concretos y, de esa manera, evitar que superen los límites establecidos por la legislación.

-Roger de Flor: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO, O₃ y PM₁₀ (material particulado de diámetro inferior a 10 micras).

-El Picarral: Sus sensores miden niveles de NO₂, CO, O₃, PM₁₀ y SH₂.

-Jaime Ferrán: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO, O₃ y SH₂.

-Renovales: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO, O₃, PM_{2,5} (material particulado de diámetro inferior a 2,5 micras) y PM₁₀.

-Las Fuentes: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀.

-Centro: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO y O₃.

-Avenida Soria: Sus sensores miden niveles de SO₂, NO₂, CO, O₃ y PM₁₀.

NIVEL	SO₂	PM₁₀	NO₂	CO	O₃
MUY ALTA	>250	>250	>500	>60	>360
ALTA	200-250	150-250	200-500	34-60	200-360
MODERADA	100-200	100-150	135-200	15-34	150-200
MEDIA	60-100	60-100	50-135	10-15	100-150
BAJA	40-60	40-60	25-50	5-10	50-100
MUY BAJA	<40	<40	<25	<5	<50

Tabla 2: Valores de índice público de contaminación atmosférica. (Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza).

7. Evolución de la contaminación en Zaragoza.

A continuación, se va a tratar un análisis de los valores de inmisión de cada agente contaminante tomados en cada una de las estaciones remotas de la capital aragonesa. Del mismo modo, estos datos se compararán con los valores límites que establece la legislación vigente. En este estudio se van a tener en cuenta los últimos 11 años de los que se disponen datos, es decir, desde el 2007 hasta 2017 ambos incluidos. Cabe

destacar que el punto de control de la Avenida Soria comenzó a operar en 2015 por lo tanto, solo se dispone de información de tres años.

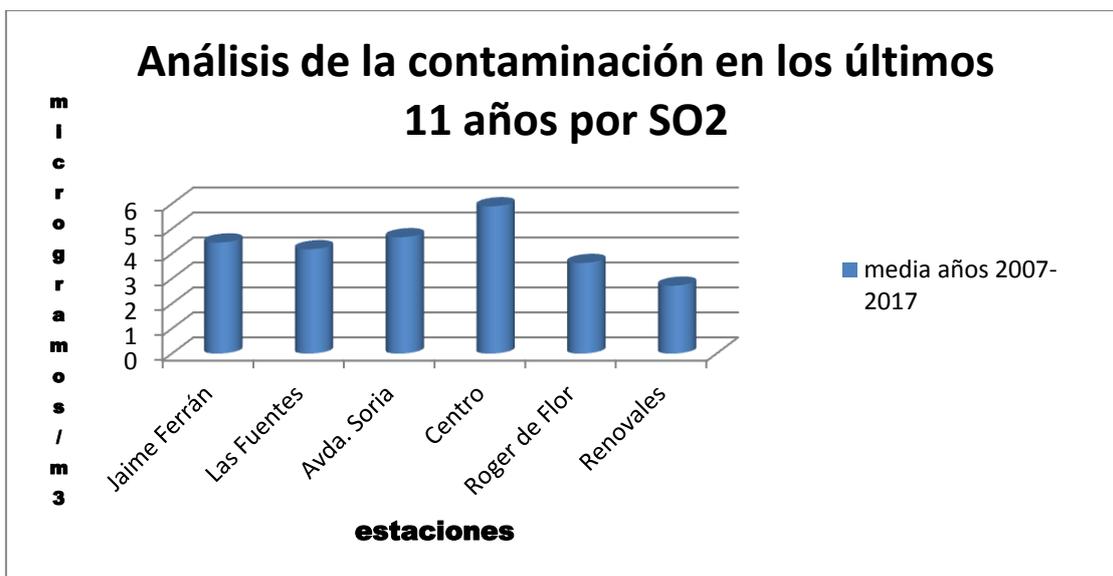


Gráfico 1: Evolución en los últimos 11 años del dióxido de azufre. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

A la vista de los datos obtenidos, se concluye que la Estación del Centro es el lugar donde existe mayor concentración de SO₂. Posteriormente, le siguen las de la Avenida Soria y Jaime Ferrán. Una de las principales causas que provocan valores de inmisión elevados de este gas son las calefacciones. Por lo tanto, es normal que las Estaciones Remotas de Avenida Soria y el Centro registren niveles más elevados que el resto debido al número de edificios cercanos. Resulta también coherente el caso de Renovales (muestra los valores más bajos) puesto que se encuentra en el Parque José Antonio Labordeta sin viviendas excesivamente próximas. Lo contrario ocurre con la Estación Roger de Flor que cuenta con aglomeraciones de edificios cercanos y contempla niveles bajos en comparación con el resto de puntos de control. En cambio, los valores de inmisión en Jaime Ferrán y Las Fuentes concuerdan con lo esperado.

Por último, cabe apuntar que de acuerdo con la Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999, el valor límite de inmisión para dióxido de azufre se encuentra fijado en 125 microgramos/m³, valor que no podrá superarse en más de tres ocasiones al año. Así que se observa que las Estaciones Remotas de Zaragoza cumplen con la legislación de manera holgada en lo que a esta sustancia se refiere.



Gráfico 2: Evolución en los últimos 11 años del dióxido de nitrógeno. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

En cuanto al NO₂, las Estaciones que registran unos niveles de inmisión mayores son las del Picarral, Centro y Roger de Flor. En un escalón medio se encuentran las de Las Fuentes, Avenida Soria y Jaime Ferrán. Los datos obtenidos concuerdan con lo esperado ya que en las ciudades uno de los principales focos de vertido de dióxido de nitrógeno son los escapes de los vehículos motorizados. Así que aquellas Estaciones Remotas que indican unos valores más elevados son puntos en los que el tráfico es denso. Por otra parte, en Renovales puesto que se sitúa en un parque, el volumen de vehículos decrece.

En último lugar, de acuerdo con la Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999, se establece el valor límite de inmisión en 40 microgramos/m³. Ninguna Estación supera este límite objetivo pero varias de ellas se encuentran próximas a dicho nivel. Los datos que se muestran hacen referencia a la media del mes, por lo tanto, en determinados días u horas, los valores sí que superan el límite fijado por ley.

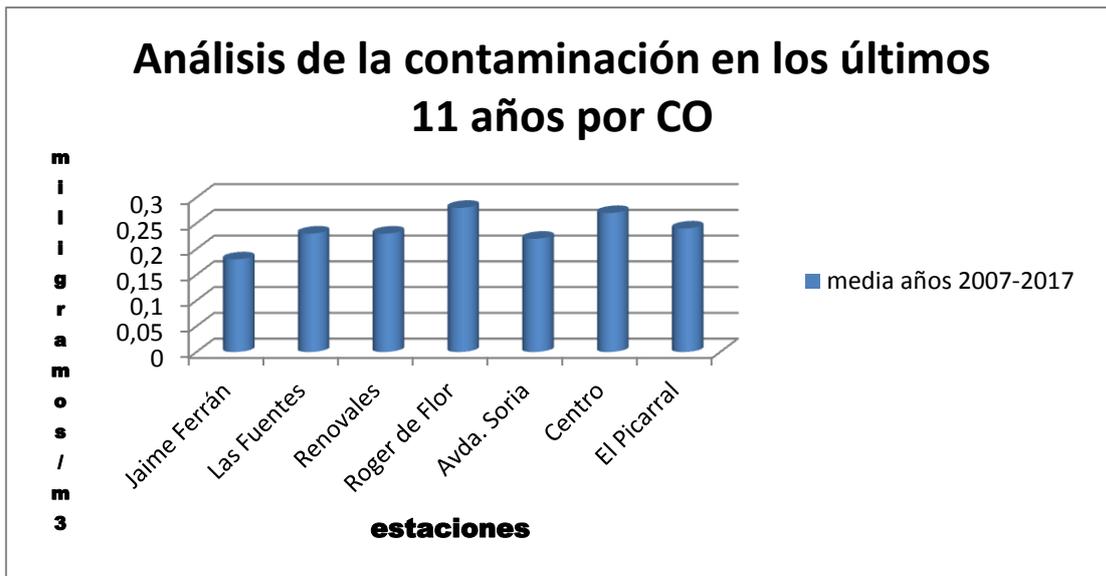


Gráfico 3: Evolución en los últimos 11 años del monóxido de carbono. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

Lo primero que se debe tener en cuenta al analizar la gráfica tiene que ver con que la unidad de medida del CO es el miligramo/m³ y no el microgramo/m³ como en el resto de sustancias nocivas.

A la vista de los datos expuestos, se observa que las Estaciones del Centro, El Picarral y Roger de Flor son las que registran niveles de inmisión más elevados. Se debe a que la principal fuente de emisión antropogénica de monóxido de carbono se relaciona con la quema de combustibles en motores de combustión interna, es decir, con el transporte. En estos tres puntos el tráfico que se soporta es elevado respecto al resto de Estaciones Remotas. También parece lógico que Jaime Ferrán revele los valores más bajos ya que se ubica a las afueras de la ciudad y el volumen de tráfico disminuye. Por otra parte, resulta extraño que en Renovales los niveles no sean inferiores pero quizás tenga que ver con el transporte de contaminantes.

Para finalizar, de acuerdo con la Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de noviembre de 2000, el valor límite de inmisión para monóxido de carbono se encuentra situado en 10 miligramos/m³. Por lo que se concluye que los niveles proyectados por las diversas Estaciones se encuentran lejos del valor límite, así que Zaragoza cumple de sobras con la normativa sobre contaminación de CO.



Gráfico 4: Evolución en los últimos 11 años del ozono. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

Lo primero que se debe tener en cuenta al analizar el ozono consiste en que no es un agente contaminante primario. Es decir, no se emite desde un foco sino que se genera en la atmósfera a través de reacciones entre otras sustancias. Por lo tanto, es de esperar que los niveles de inmisión de O₃ sean parecidos en las diferentes Estaciones Remotas puesto que la distancia entre ellas no es la suficiente para que se encuentren rodeadas de atmósferas distintas. Desde luego, en los diferentes puntos de control, los valores se asemejan. Tan solo las Estaciones de Renovales y Las Fuentes registran unos niveles algo superiores.

Por último, en el supuesto del ozono, no existe ninguna ley que establezca un valor límite de inmisión, así que no se puede verificar si la ciudad cumple con los niveles legales.

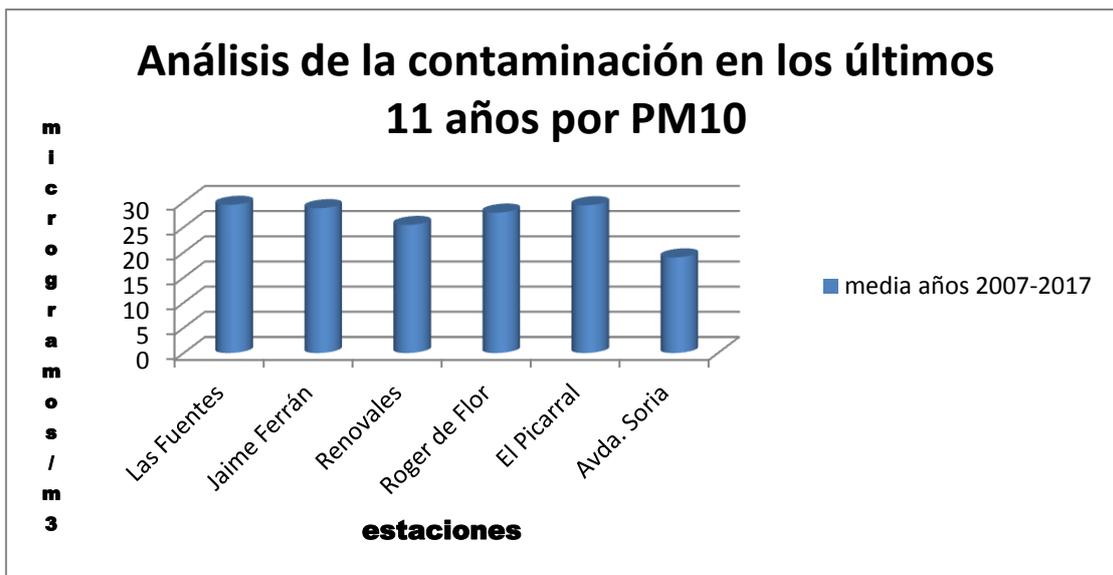


Gráfico 5: Evolución en los últimos 11 años de partículas. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

En cuanto a la contaminación por partículas, las Estaciones que muestran unos valores de inmisión superiores son las de Las Fuentes, El Picarral y Jaime Ferrán seguidas de cerca por Roger de Flor. Por otra parte, la de la Avda. Soria ha registrado los niveles más bajos. La razón es simple. Puesto que dicho punto de control comenzó a funcionar a partir de 2015 no midió los valores de contaminación de 2007 y 2008, años en los que se sucedieron numerosas obras por la Expo Zaragoza 2008 y se levantó gran cantidad de partículas por el movimiento de suelos. De hecho, en todas las Estaciones Remotas, los niveles más altos fueron recogidos en esos dos años. La contaminación por PM10 suele generarse por focos humanos entre los que destacan la combustión en los motores diésel y el polvo generado en las obras públicas. Así que a la vista de los datos obtenidos, parece normal el valor en Renovales porque se encuentra en el Parque José Antonio Labordeta y el volumen de vehículos es bajo.

En último lugar, de acuerdo con la Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999, se establece que el valor límite para partículas PM10 no podrá superar los 40 microgramos/m³. Ninguna estación registra niveles por encima de este límite legal, así que Zaragoza cumple con la normativa actual de contaminación en cuanto a partículas PM10 se refiere. Pero estos datos reflejan la media de los últimos 11 años y no hacen referencia concreta al 2007, 2008 y 2009 en los que en todas las Estaciones se superó el

límite legal excepto en El Picarral en 2009 y Renovales en 2008 y 2009. Fueron los años de máxima actividad debido a la Expo Zaragoza 2008.

8. Evolución anual de la contaminación en Zaragoza.

A continuación se procederá a realizar un análisis de la evolución de los diferentes contaminantes en los distintos 11 años contemplados en el escrito. Para ello, se tendrán en cuenta tanto las medias anuales como el valor máximo registrado en cada año en las Estaciones Remotas de la capital aragonesa.

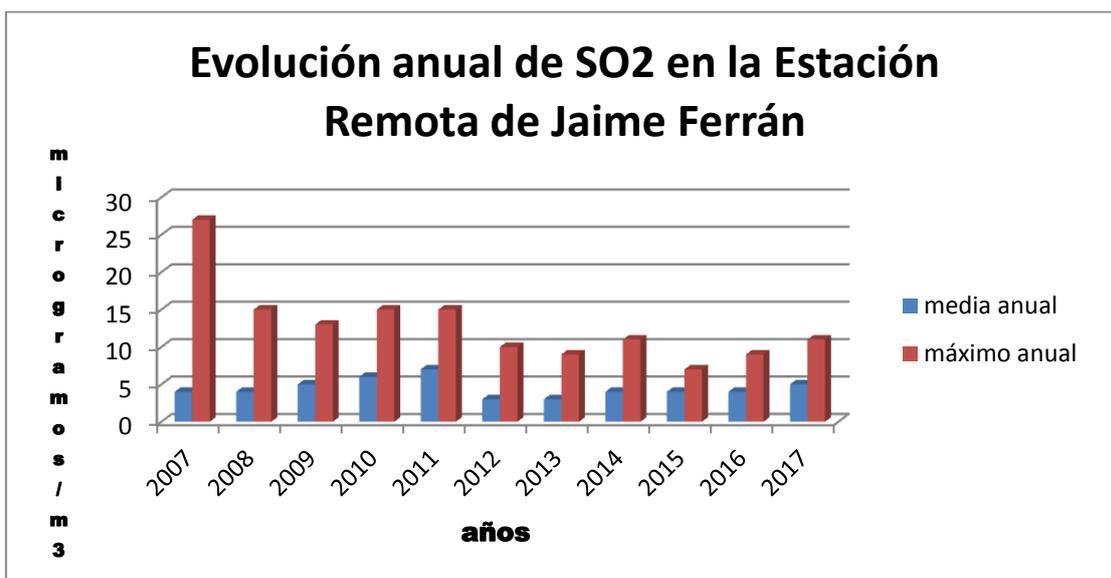


Gráfico 6: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Jaime Ferrán. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

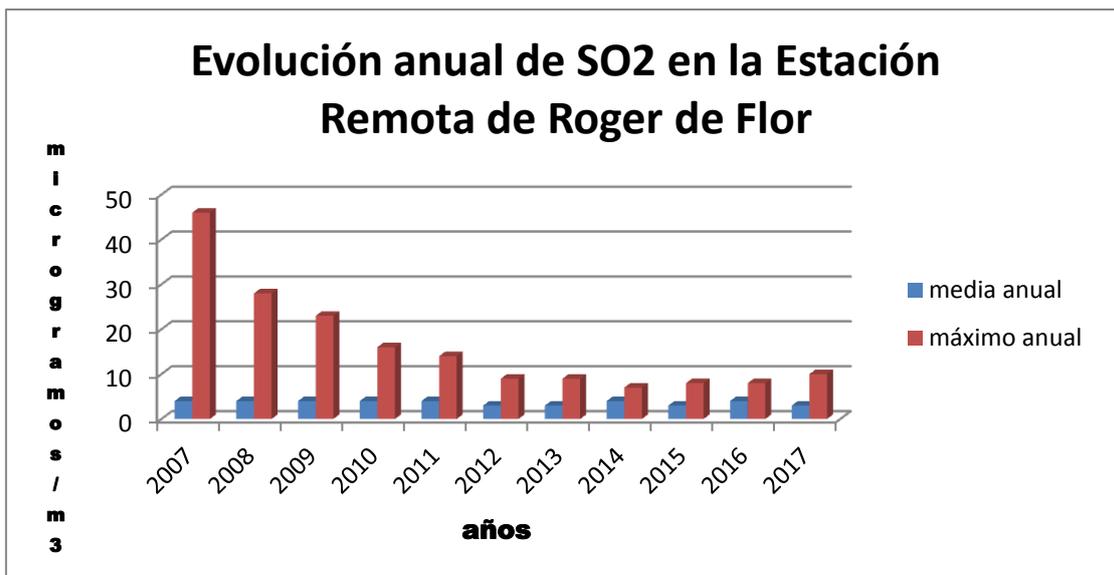


Gráfico 7: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Roger de Flor. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

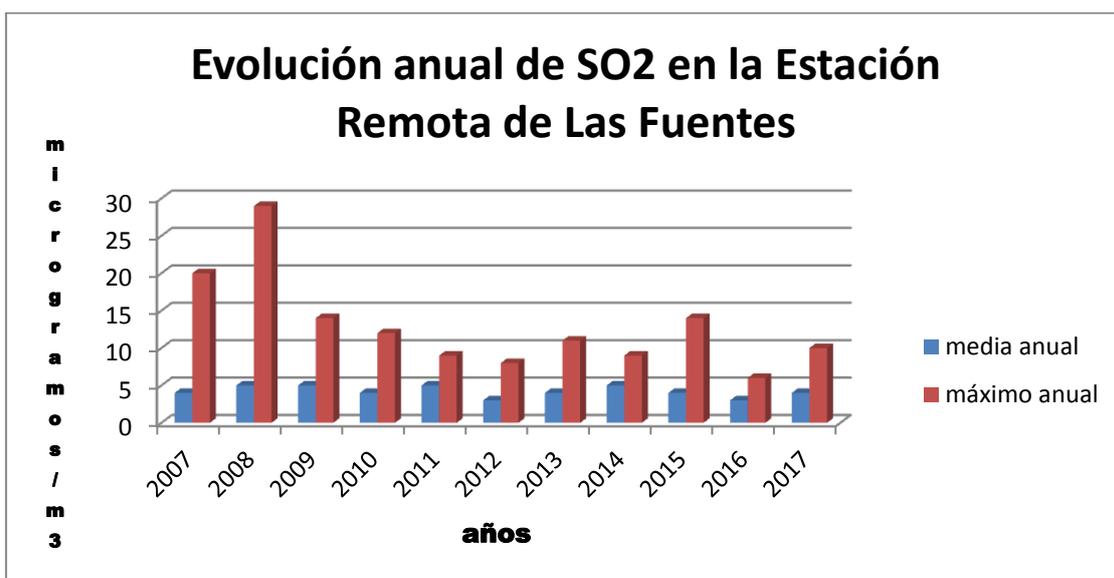


Gráfico 8: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Las Fuentes. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

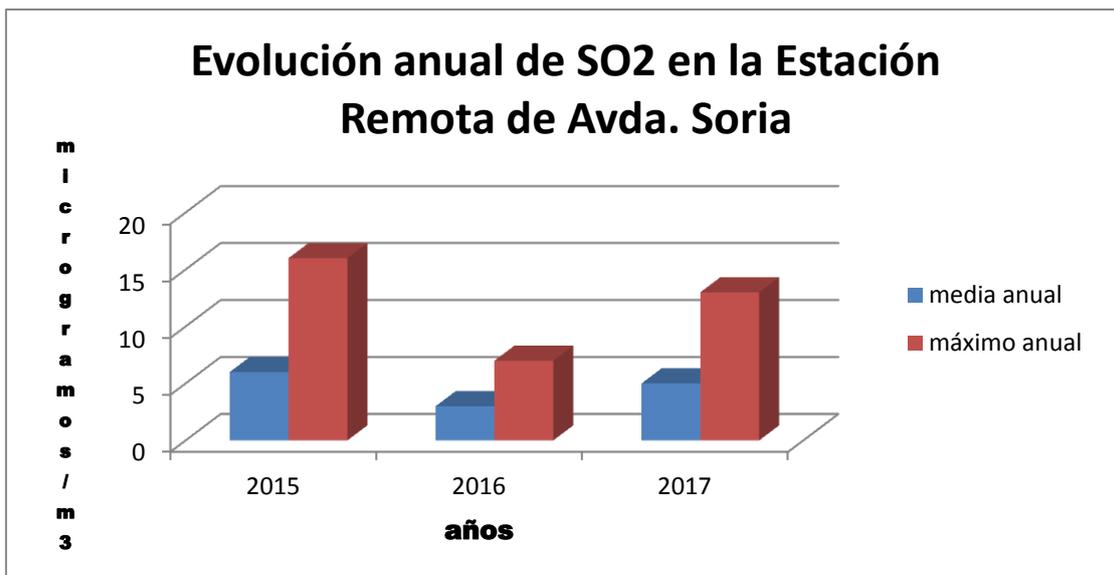


Gráfico 9: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Avda. Soria. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

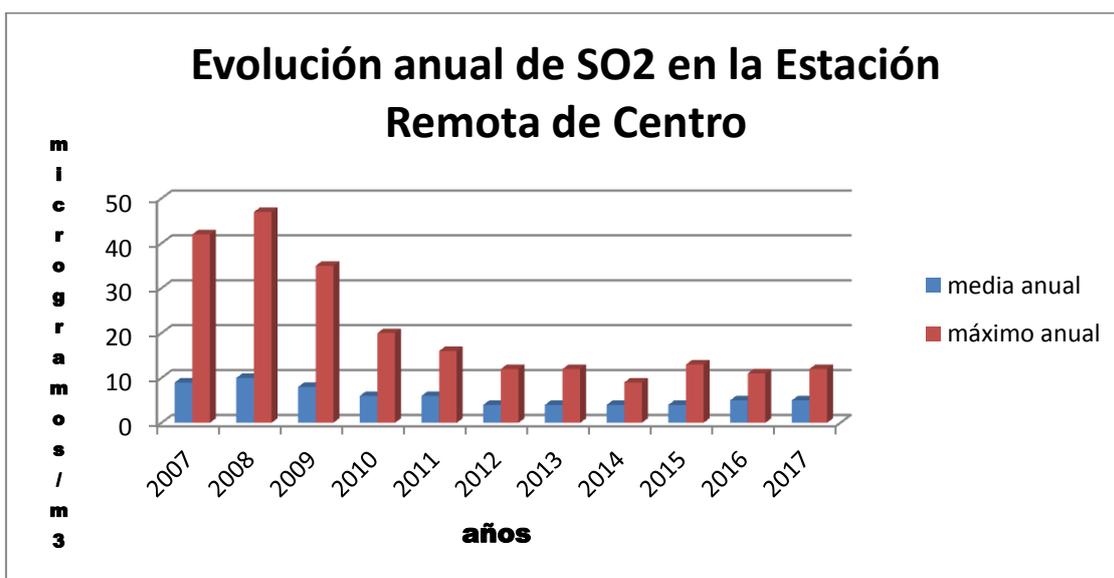


Gráfico 10: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Centro. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

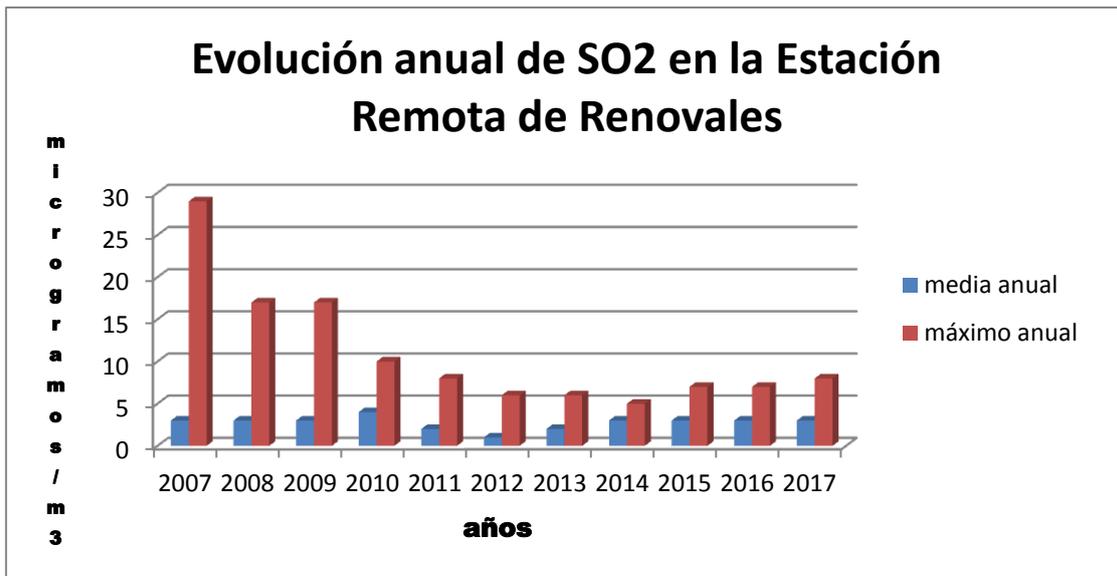


Gráfico 11: Evolución anual de dióxido de azufre en la Estación Remota de Renovales. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

Según los valores presentados, las Estaciones descubren unos niveles bastante similares a lo largo de los 11 años. Muestran quizás una tendencia a la baja conforme avanza el tiempo pero muy ligera. Probablemente, este fenómeno se deba a que las calefacciones son la principal fuente de emisión de SO₂ y la mayoría de viviendas las tengan enchufadas la misma cantidad de tiempo año tras año. En cambio, el máximo anual sí que luce una clara línea descendente que se acentúa sobre todo tras el paso de los años 2007, 2008 y 2009 al 2010. Además, suele coincidir en los meses de invierno, aquellos en los que las temperaturas son más bajas. Puede que este suceso se relacione con la crisis económica, la cual fue asumida por la sociedad entre 2008 y 2010.

Por otra parte, en función de los datos obtenidos, se observa que en la mayoría de las Estaciones Remotas los niveles de dióxido de azufre disminuyen conforme se acerca la primavera. La razón se fundamenta en que las calefacciones de las viviendas se encuentran más tiempo en funcionamiento en los meses de invierno (enero y febrero). En cuanto se aproxima el buen tiempo, se desenchufan las calderas para ahorrar energía.

De otro modo, el valor límite de inmisión de SO₂ se fija en 125 microgramos/m³ y ningún punto de control lo supera en los once años. Además, el valor máximo registrado fue de 46 microgramos/m³ en 2007 en Roger de Flor. Un nivel muy por debajo de lo que marca la normativa vigente.

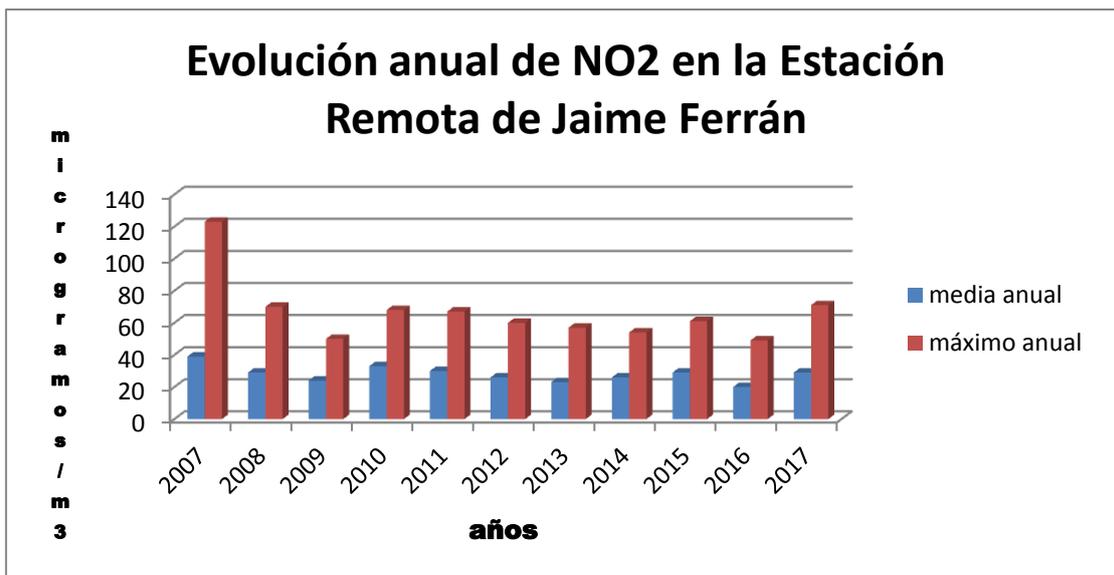


Gráfico 12: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Jaime Ferrán. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

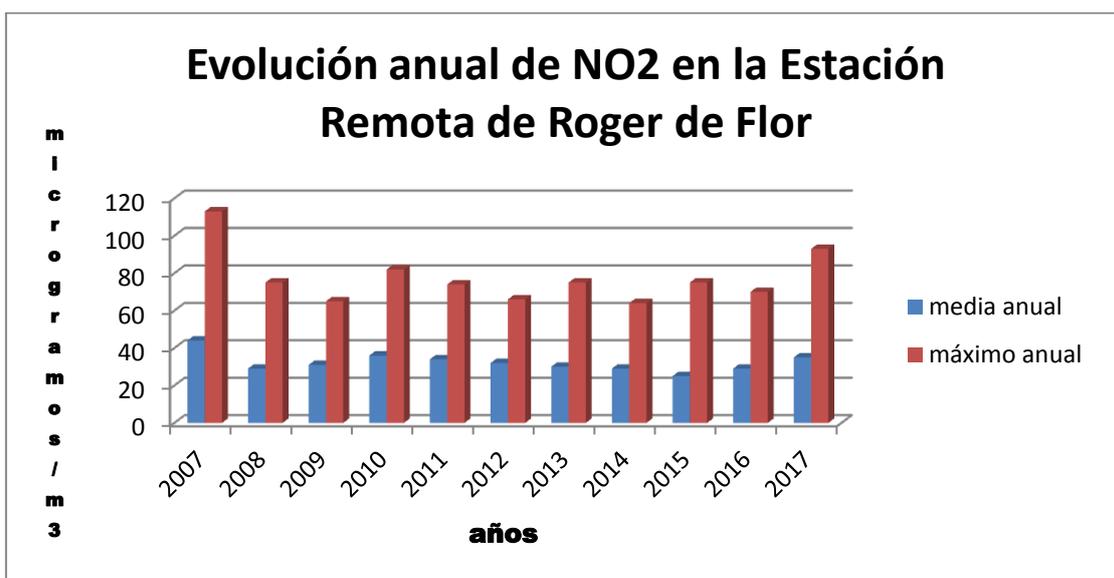


Gráfico 13: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Roger de Flor. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

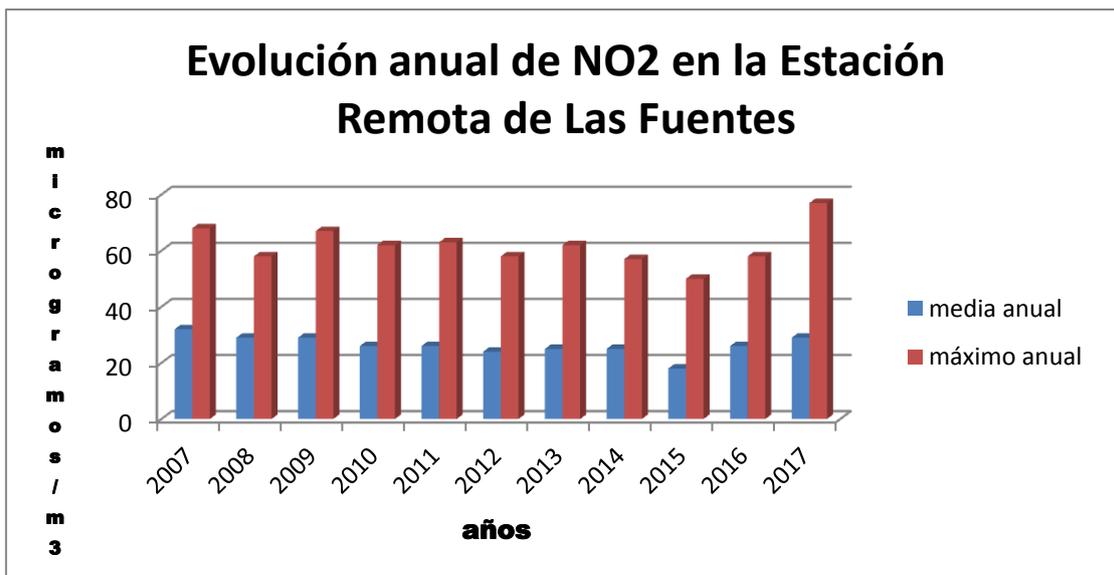


Gráfico 14: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Las Fuentes. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

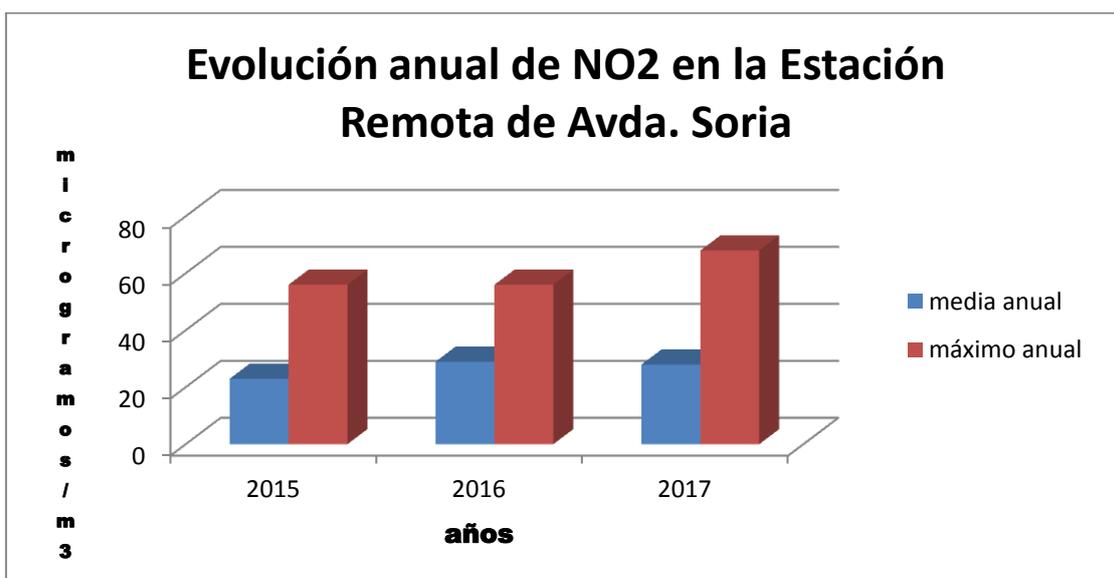


Gráfico 15: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Avda. Soria. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

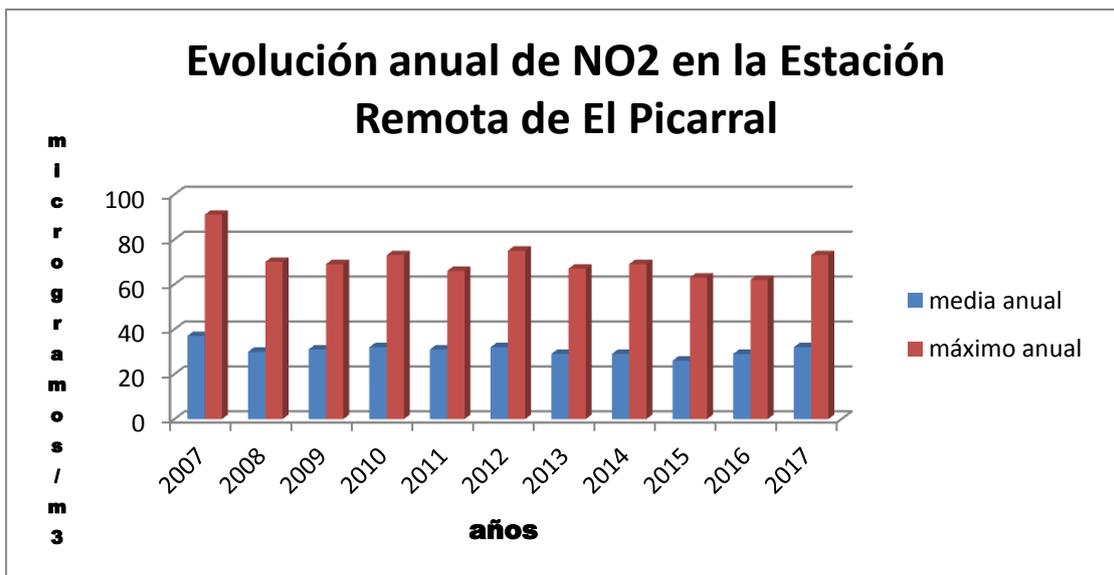


Gráfico 16: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de El Picarral. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

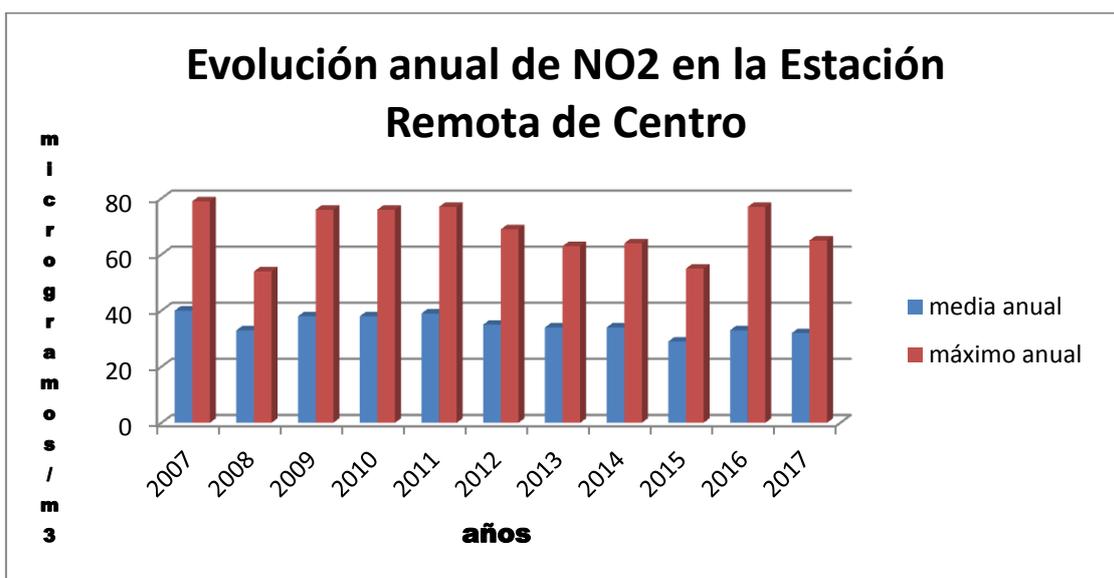


Gráfico 17: Evolución anual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Centro. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

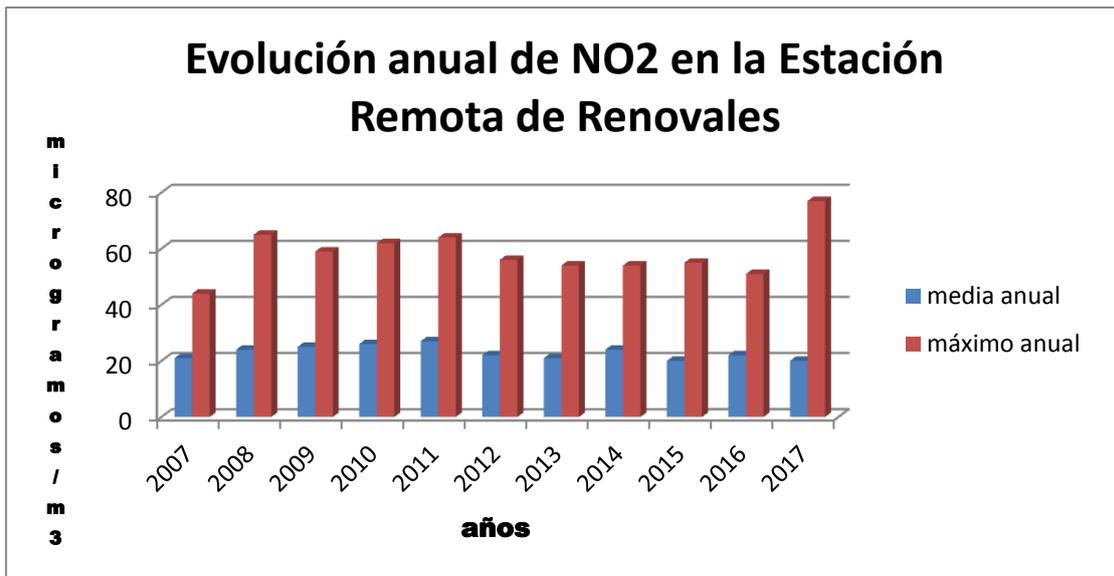


Gráfico 18: Evolución mensual de dióxido de nitrógeno en la Estación Remota de Renovales. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

A la vista de las gráficas elaboradas, se intuye que en la mayor parte de las Estaciones, los datos muestran una curva cuyas medias más elevadas se encuentran entre 2007 y 2009 y las mínimas entre 2011 y 2014. Además, en los últimos años la parábola vuelve a evidenciarse ascendente. Todo lo contrario ocurre en Renovales, donde las medias más altas se revelan en los años centrales y las mínimas en los extremos.

Por otro lado, en cuanto a los máximos anuales, 2007 y 2017 registran los niveles más cuantiosos mientras que en el resto de años centrales los valores son algo caóticos sin una clara tendencia, pero siempre cercanos entre ellos.

De otro modo, se atisba que en todas las Estaciones Remotas los niveles de inmisión de NO2 disminuyen conforme se acerca el buen tiempo y aumentan en los meses de invierno. Quizás la razón tenga que ver con que en invierno debido al frío, la población utilice en mayor número de ocasiones los vehículos motorizados, sobre todo el coche. Con la llegada de temperaturas agradables, los desplazamientos en bicicletas o incluso andando se incrementan. Además, lo mismo sucede con el consumo de gas natural. En los meses más fríos, su consumo es superior a la época estival en la que se reduce el gasto energético.

Por último, el valor límite de inmisión de NO₂ se sitúa en 40 microgramos/m³. En todas las Estaciones Remotas y en todos los años, este nivel se supera. Destaca el punto de control de Jaime Ferrán que fue la Estación Remota que registró el valor más elevado, 123 microgramos/m³ en 2007. El triple de lo que regula la legislación actual. Por lo tanto, se intuye que en materia de dióxido de nitrógeno todavía queda camino por recorrer para ajustar los niveles de inmisión conforme a la ley.

Estación	Valor límite	Nº días	Días	Valor alcanzado
Jaime Ferrán	40 microgramos/m ³	2	26/06/2007	118
			27/06/2007	123
Roger de Flor	40 microgramos/m ³	2	03/01/2007	113
			04/01/2007	58
Las Fuentes	40 microgramos/m ³	3	13/03/2007	62
			14/03/2007	63
			15/03/2007	68
Avda. Soria	40 microgramos/m ³	4	18/11/2016	54
			19/11/2016	46
			21/11/2016	55
			22/11/2016	52
El Picarral	40 microgramos/m ³	4	12/03/2007	77
			13/03/2007	82
			14/03/2007	86
			15/03/2007	91
Centro	40 microgramos/m ³	4	13/03/2007	78
			14/03/2007	75
			15/03/2007	79
			16/03/2007	67
Renovales	40 microgramos/m ³	2	06/10/2008	56
			07/10/2008	65

Tabla 3: Periodos de tiempo en los que se supera el valor límite de inmisión de NO₂ de forma considerable. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

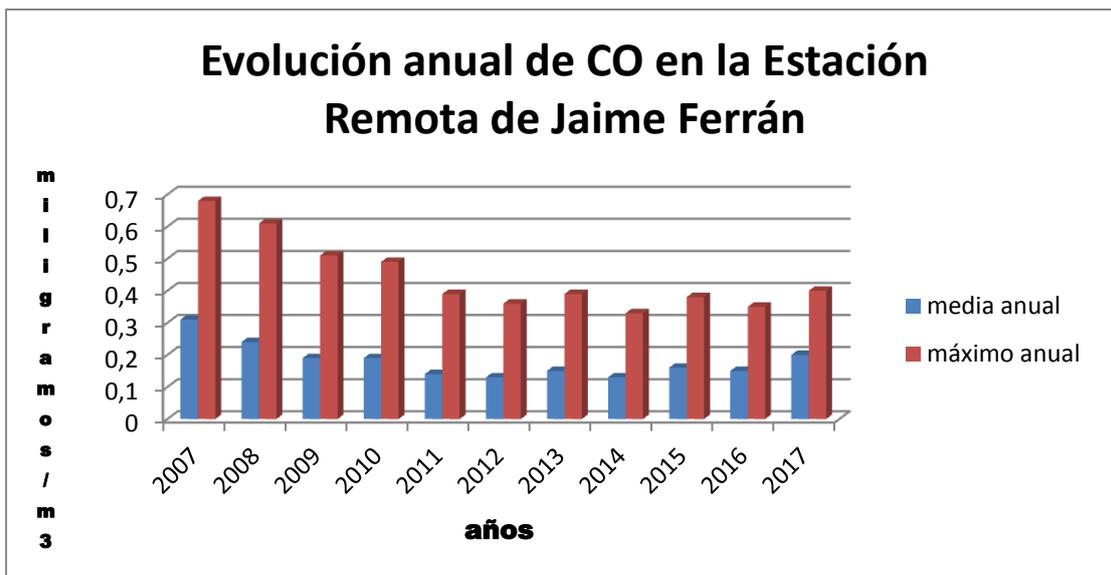


Gráfico 19: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Jaime Ferrán. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

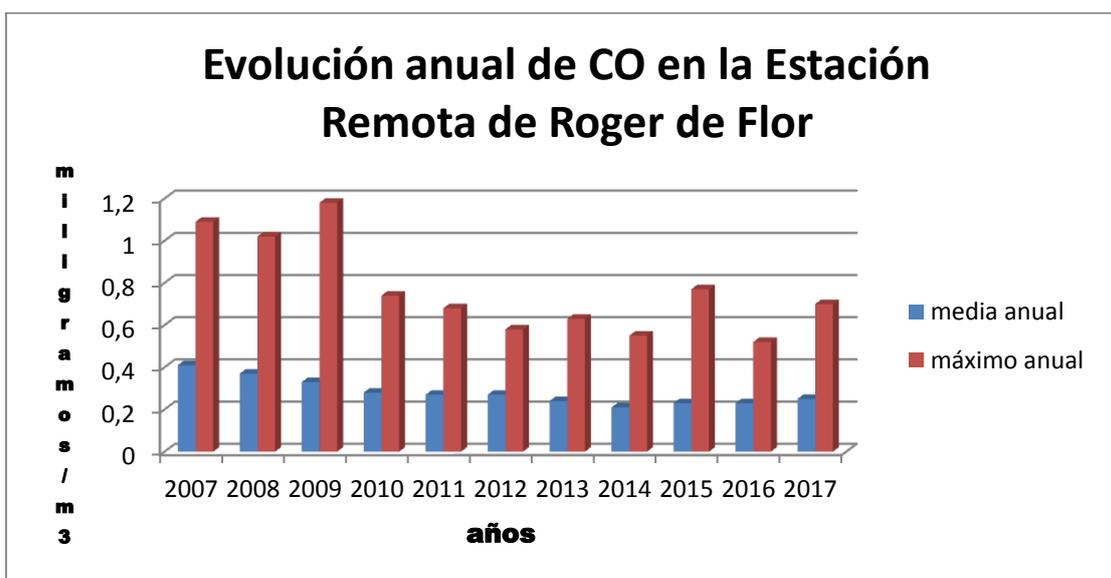


Gráfico 20: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Roger de Flor. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

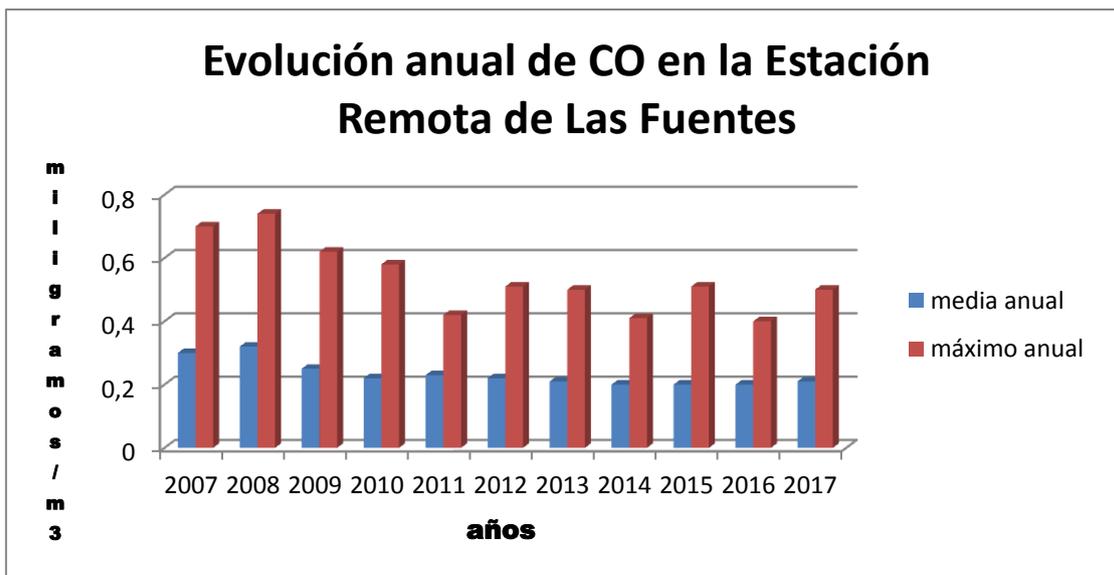


Gráfico 21: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Las Fuentes. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

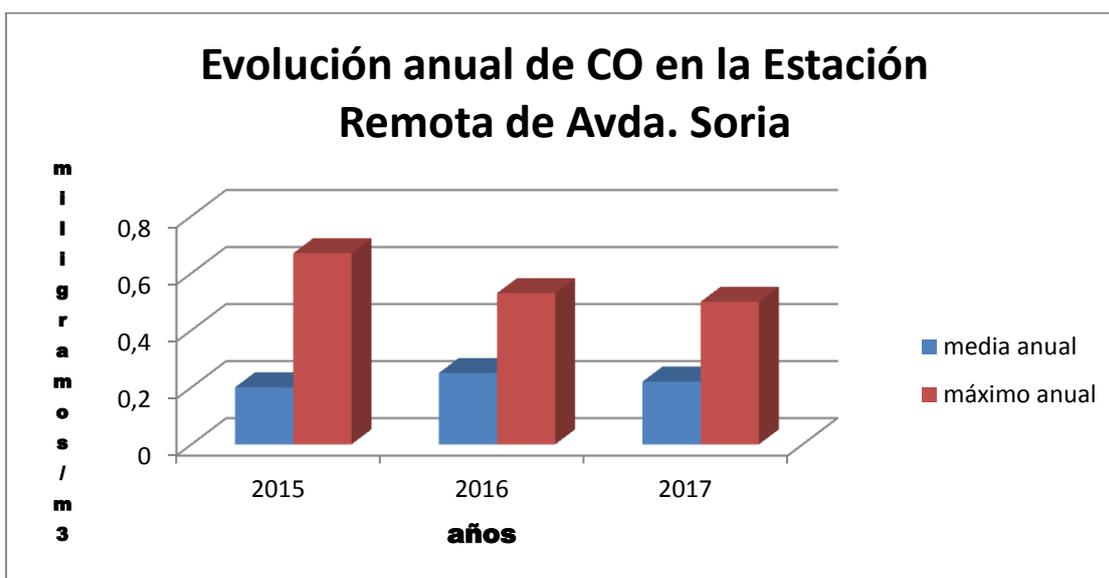


Gráfico 22: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Avda. Soria. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

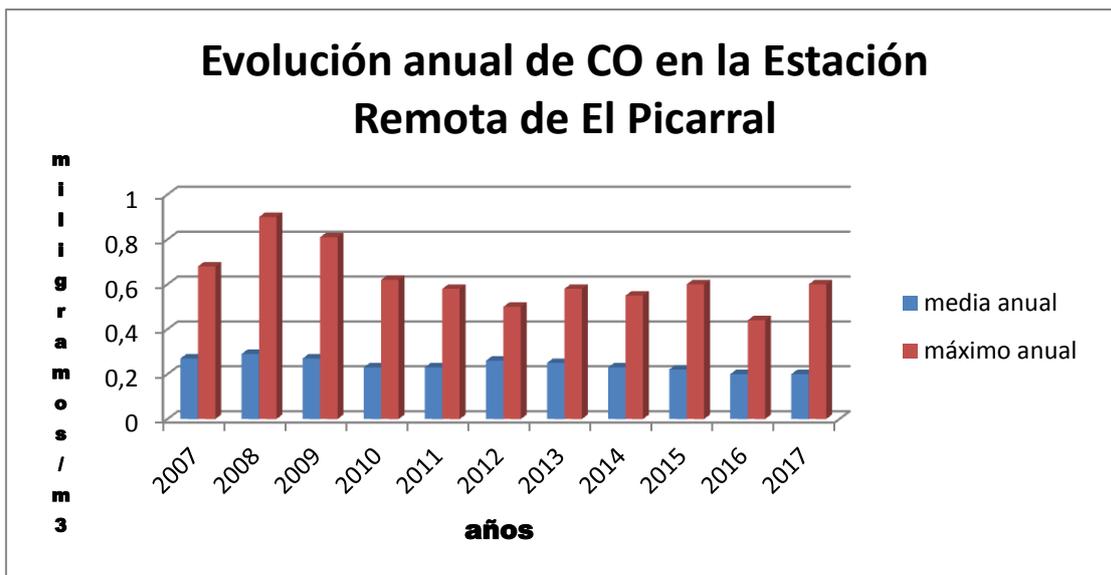


Gráfico 23: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de El Picarral. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

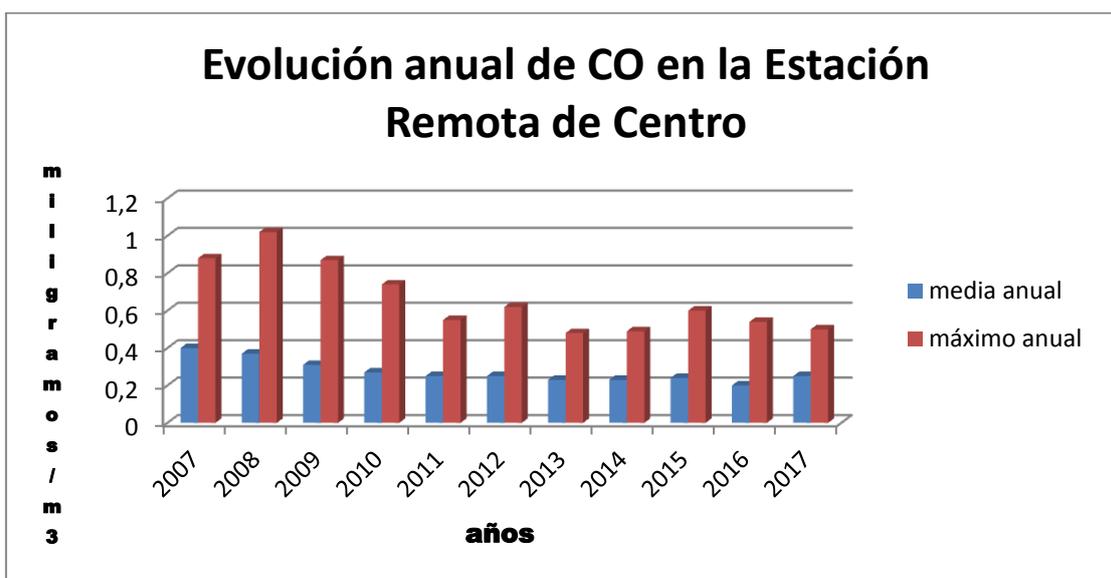


Gráfico 24: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Centro. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

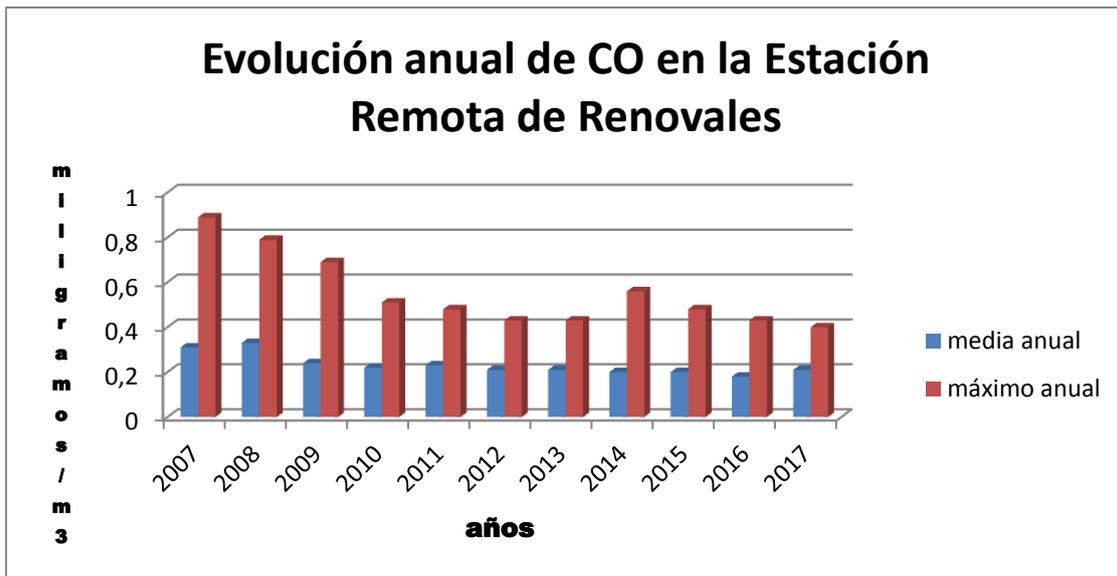


Gráfico 25: Evolución anual de monóxido de carbono en la Estación Remota de Renovales. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

Se pueden deducir las siguientes conclusiones una vez se han observado las gráficas anteriores. En primer lugar, las Estaciones Remotas de Centro, El Picarral y Roger de Flor son las que registran unos niveles superiores. La razón reside en que se encuentran ubicadas en zonas donde el volumen de tráfico es considerable. Cabe recordar que el principal foco emisor de monóxido de carbono se relaciona con la quema de combustibles en los motores de combustión interna. También resulta coherente que Jaime Ferrán muestre los valores más reducidos ya que se trata de un punto sin apenas vehículos motorizados. Por otro lado, parece incongruente que en Renovales (poco tráfico) se hayan alcanzado niveles similares a Las Fuentes (alta densidad de coches y motos).

De otro modo, a lo largo de los 11 años, las gráficas exhiben una curva claramente descendente desde 2007 hasta 2017 en cuanto a las medias anuales. Del mismo modo, los máximos de cada año también siguen una trayectoria parecida pero algo más caótica.

Por último, el valor límite de inmisión de CO se asigna en 10 miligramos/m³. Ninguna Estación Remota supera este valor desde 2007 hasta 2017. Incluso se puede afirmar que dichos niveles registrados se encuentran lejos del límite legal, siendo 1,18 miligramos/m³ el máximo alcanzado en Roger de Flor en 2009.

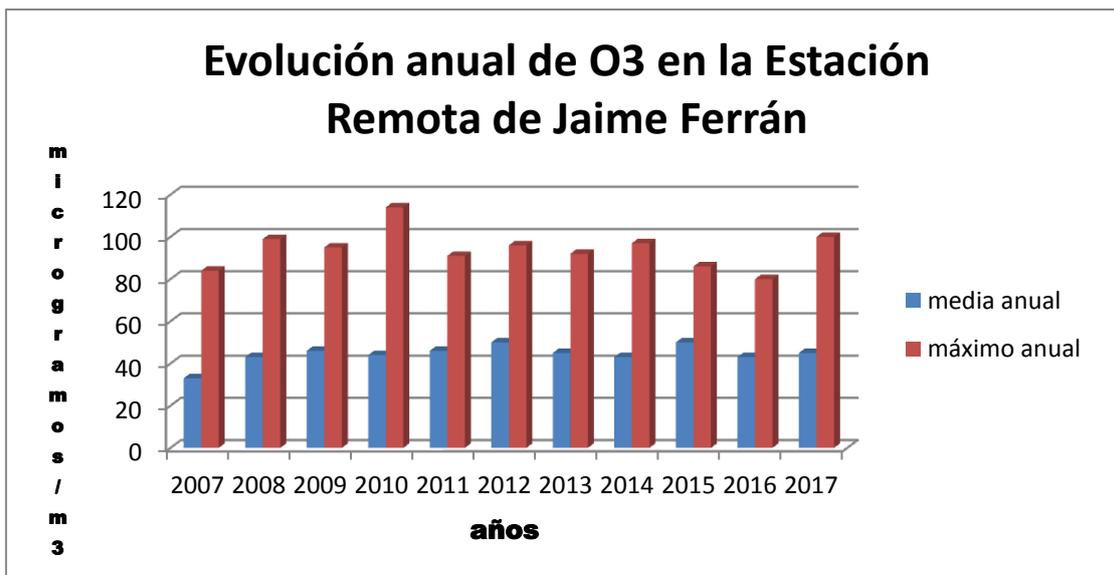


Gráfico 26: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Jaime Ferrán. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

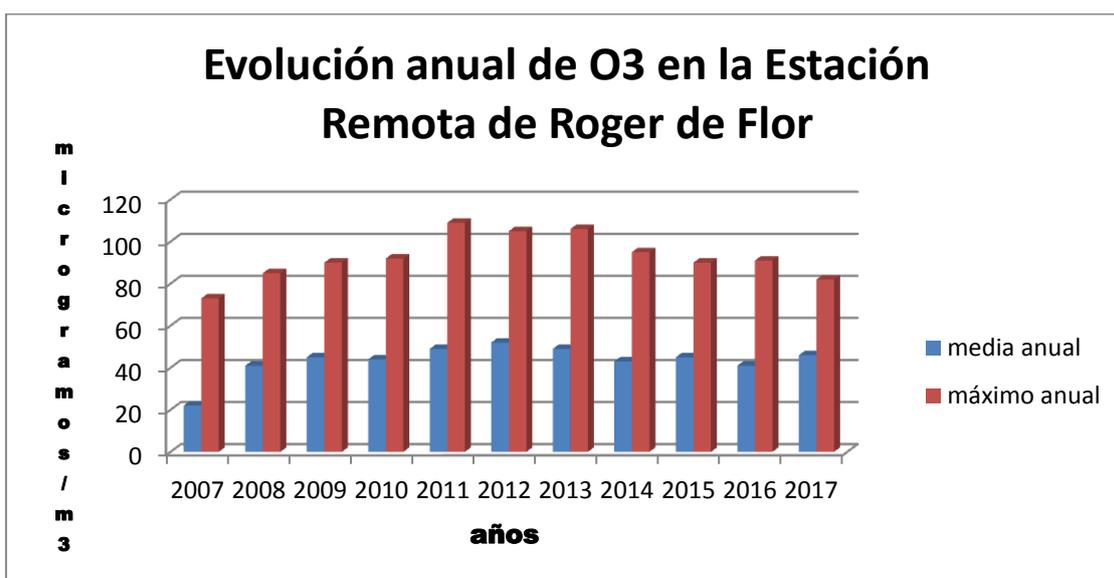


Gráfico 27: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Roger de Flor. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

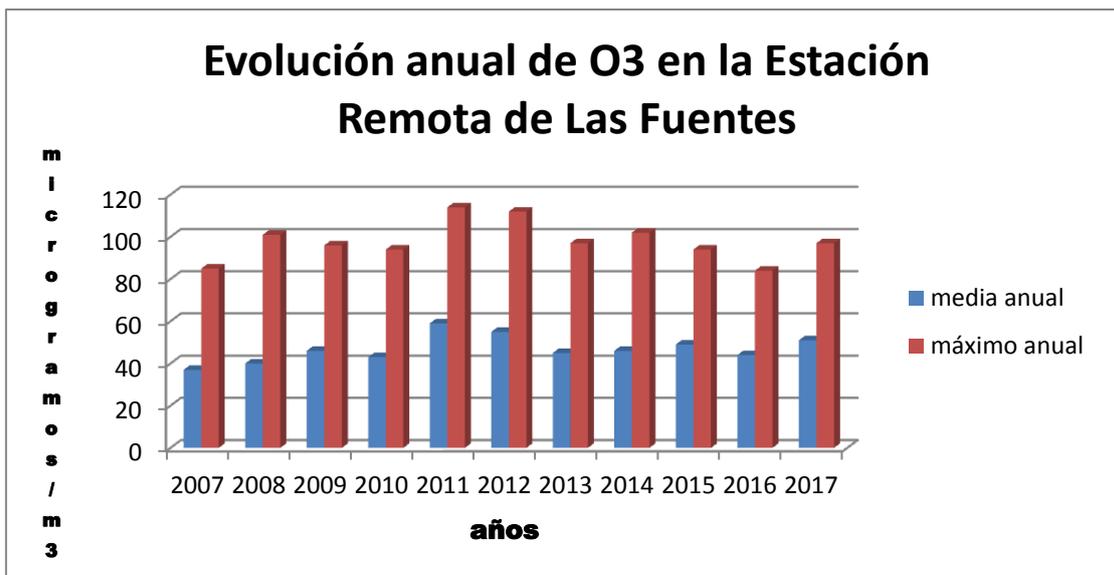


Gráfico 28: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Las Fuentes. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

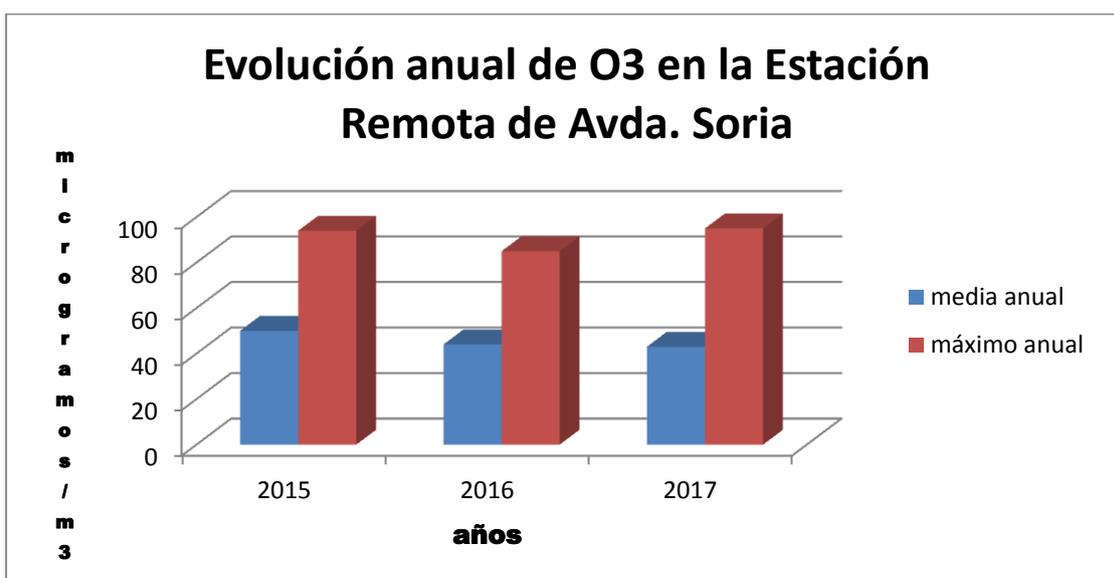


Gráfico 29: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Avda. Soria. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

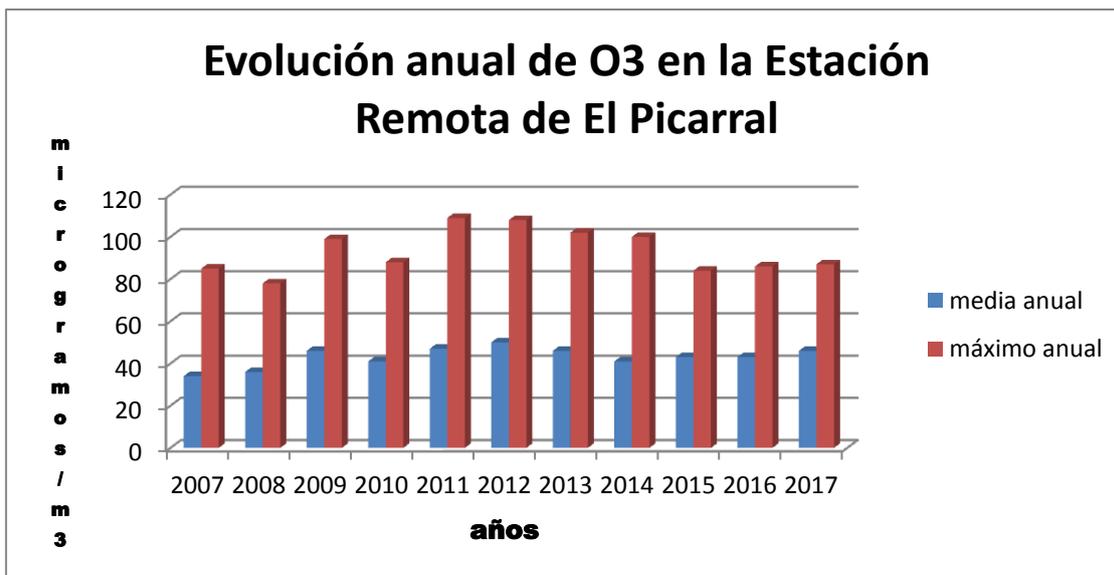


Gráfico 30: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de El Picarral. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

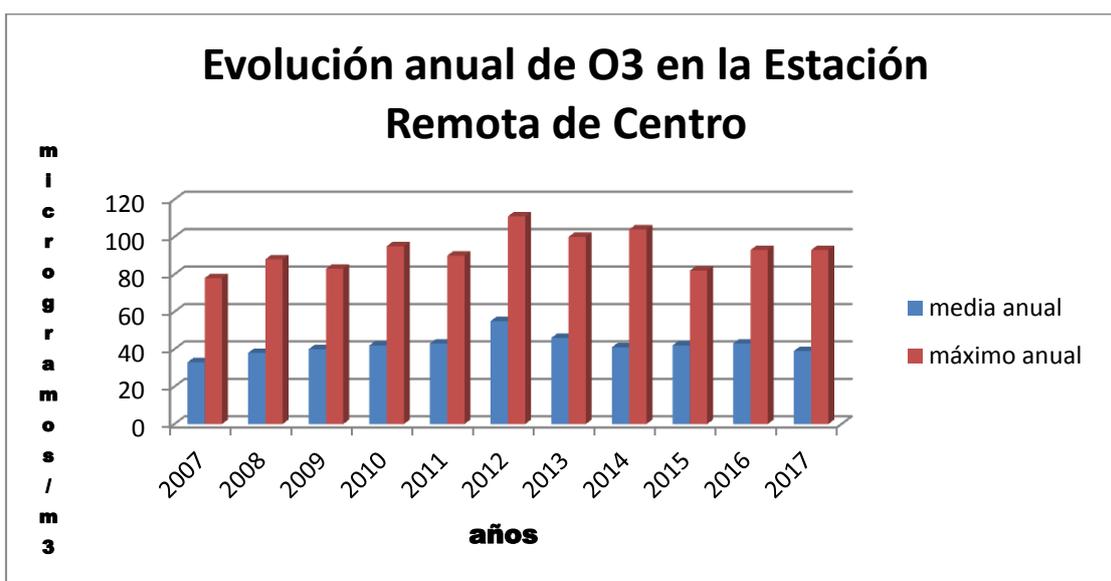


Gráfico 31: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Centro. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

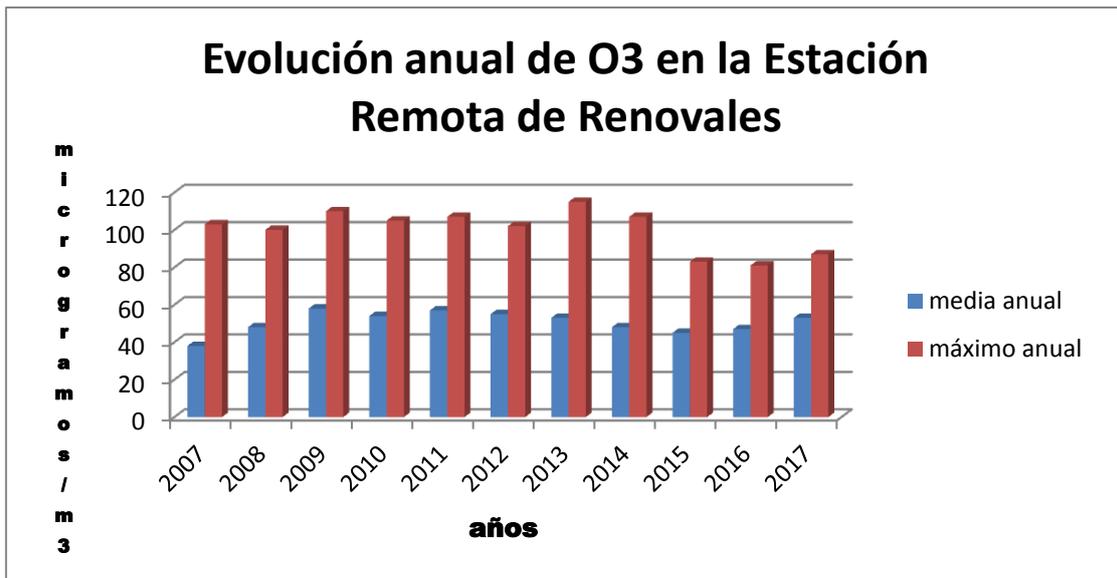


Gráfico 32: Evolución anual de ozono en la Estación Remota de Renovales. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

Tras analizar las gráficas, salta a vista que los mayores niveles de inmisión de ozono se registran conforme se acercan temperaturas más elevadas. “Los valores de ozono experimentan un ciclo anual con máximos entre la primavera y el verano, y mínimos en invierno”. (Santurt, Hidalgo, & Zarrabeitia, 2014). De ese modo, 2012 presentó en casi todas las Estaciones las medias anuales más altas. Precisamente, la temperatura media de aquel año fue de 15,5 °C, la tercera más amplia tras los 15,6 °C de 2009 y 16,2 °C de 2017 (Instituto de Medio Ambiente y Energía, 2018). Tanto 2012 como 2009 y 2017 muestran los valores superiores de los once años analizados.

Por lo tanto, los niveles son mayores en los meses de verano que en invierno. Dicha disección tiene sentido puesto que la primavera y el verano son las dos épocas en las que la tierra recibe más cantidad de radiación ultravioleta que favorece a la formación de un mayor número de moléculas de ozono.

Las Estaciones Remotas de Jaime Ferrán, Las Fuentes y Renovales son aquellas que han señalado unos valores más altos de inmisión. Por el contrario, la del Centro ha sido el punto donde los niveles registrados son menores.

El máximo se alcanzó en Renovales en 2013 (115 miligramos/m³). Además, cabe mencionar que no se cuenta con un nivel límite de inmisión para el O₃. Simplemente, se puede deducir si los valores son altos, medios o bajos en función de los niveles de

índice público de contaminación atmosférica (ver tabla 2). Todos los valores recogidos en las distintas Estaciones se encuentran comprendidos entre *contaminación muy baja* (<50), *baja* (50-100 microgramos/m³) y *media* (100-150 microgramos/m³) según los datos del Ayuntamiento de Zaragoza.

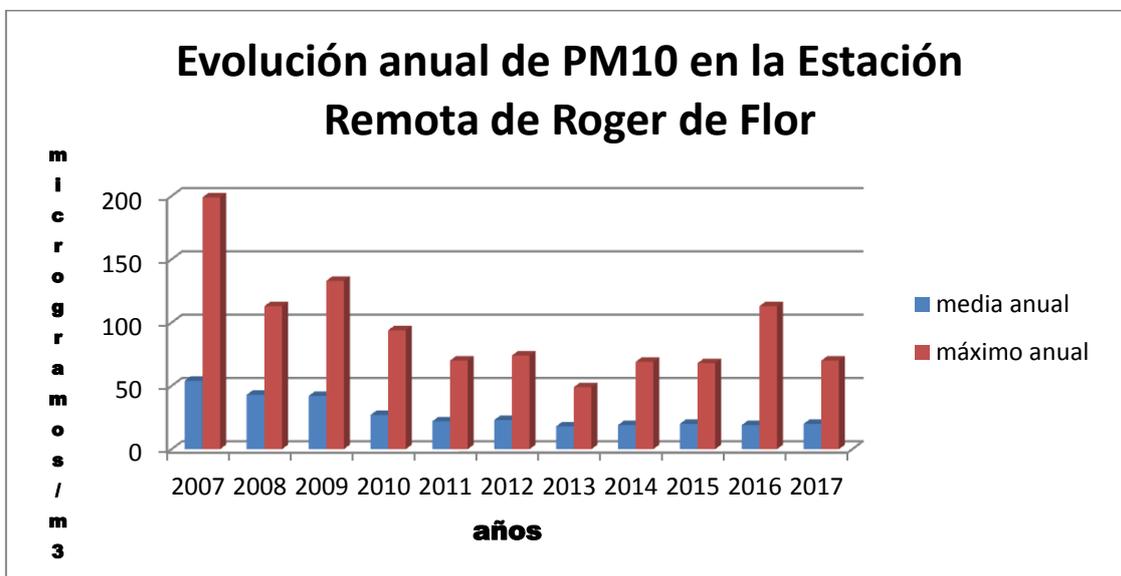


Gráfico 33: Evolución anual de partículas en la Estación Remota de Roger de Flor. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

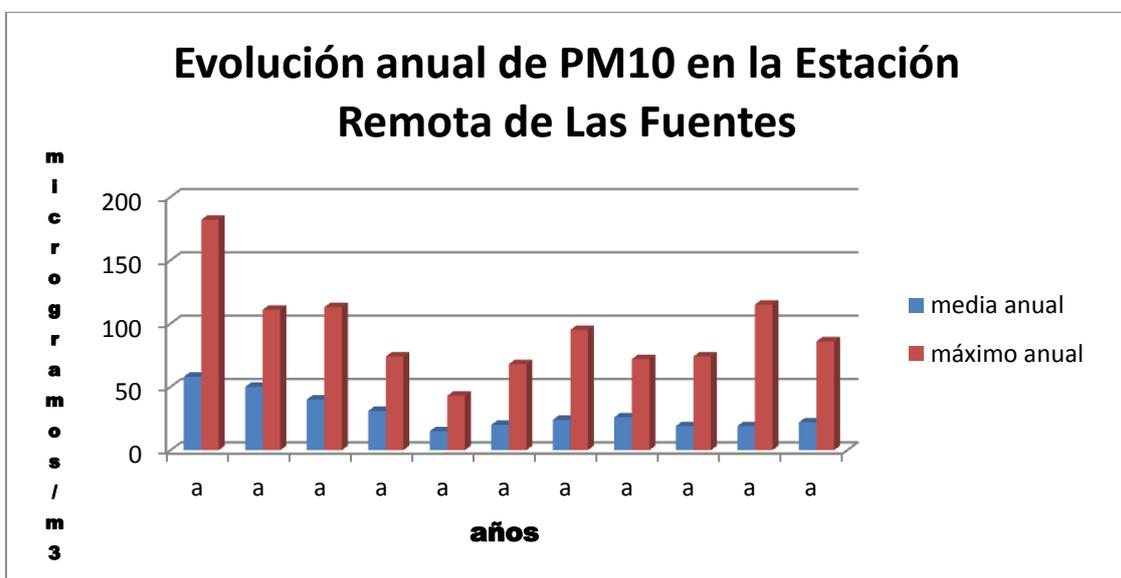


Gráfico 34: Evolución anual de partículas en la Estación Remota de Las Fuentes. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

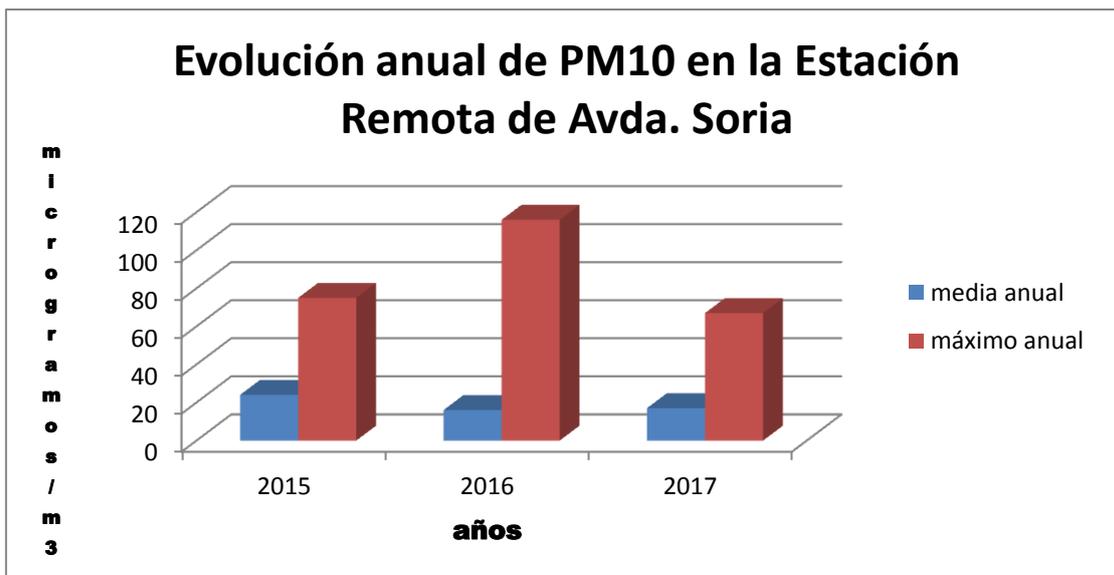


Gráfico 35: Evolución anual de partículas en la Estación Remota de Avda. Soria.
(Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

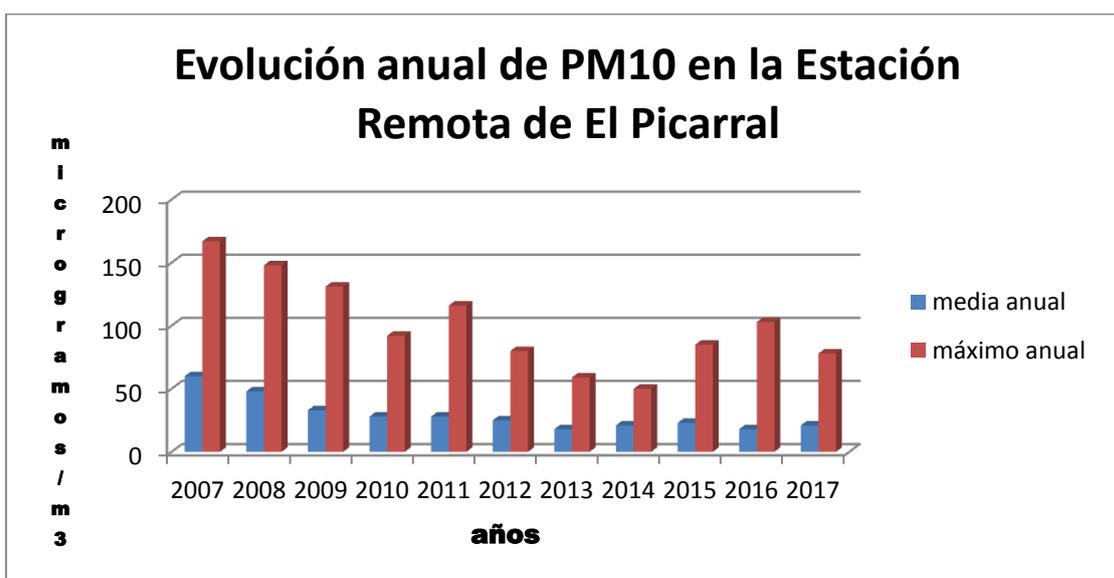


Gráfico 36: Evolución anual de partículas en la Estación Remota de El Picarral.
(Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

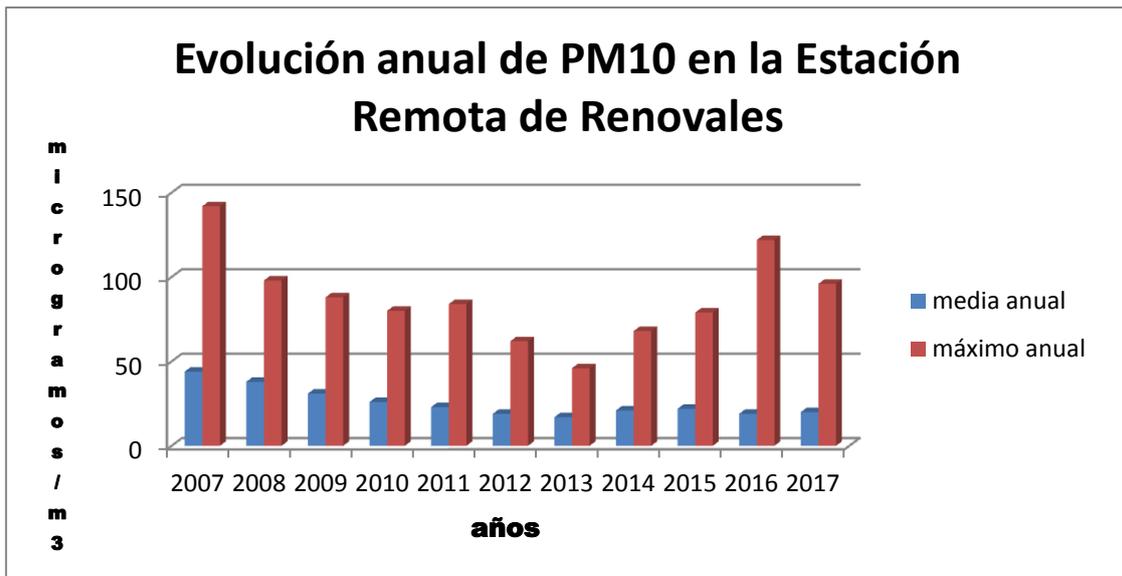


Gráfico 37: Evolución anual de partículas en la Estación Remota de Renovales. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

En cuanto a la contaminación por partículas PM10, cabe resaltar que en todas las Estaciones Remotas los valores medios más elevados se sitúan entre 2007, 2008 y 2009. La explicación tiene que ver con la Expo Zaragoza 2008 en la que se llevaron a cabo numerosas obras que levantaron polvo y distintas partículas de diámetro inferior a 10 micras. Desde 2010 en adelante las medias disminuyeron y se han mantenido constantes.

De otro modo, como es lógico, los valores máximos anuales tuvieron lugar en los tres primeros años analizados pero, en 2016 concretamente, todos los puntos de control revelaron máximos del nivel de la época de la Expo Zaragoza 2008.

Del mismo modo, El Picarral y Las Fuentes se ubican como las Estaciones en las que los niveles de inmisión son mayores mientras que Avda. Soria se coloca en última posición. De nuevo, existe una explicación. El punto de control de la Avda. Soria comenzó a operar en 2015 y puesto que en este estudio se tienen en cuenta las medias aritméticas de 11 años, esta Estación no registró los valores de 2007 a 2009 que fueron los superiores.

Además, el valor límite de inmisión de PM10 se establece en 40 microgramos/m³ que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año según redacta la normativa actual. Todas las estaciones sobrepasan el límite legal en prácticamente todos los años. El día

de mayor contaminación se produjo en 2009 y fue registrado por la Estación Remota de Jaime Ferrán. Alcanzó una cota de 652 microgramos/m³, 16 veces por encima del límite legal.

Estación	Valor límite	Nº días	Días	Valor alcanzado
Roger de Flor	40 microgramos/m ³	3	27/08/2007	111
			28/08/2007	109
			29/08/2007	101
Las Fuentes	40 microgramos/m ³	2	23/01/2007	154
			24/01/2007	154
Avda. Soria	40 microgramos/m ³	1	22/02/2016	116
El Picarral	40 microgramos/m ³	5	12/11/2007	86
			13/11/2007	88
			14/11/2007	165
			15/11/2007	140
			16/11/2007	81
Renovales	40 microgramos/m ³	4	15/10/2007	89
			16/10/2007	116
			17/10/2007	123
			18/10/2007	86
Jaime Ferrán	40 microgramos/m ³	6	12/07/2009	101
			13/07/2009	139
			14/07/2009	146
			15/07/2009	173
			16/07/2009	118
			17/07/2009	652

Tabla 4: Periodos de tiempo en los que se supera el valor límite de inmisión de PM10 de forma considerable. (Fuente: elaboración propia a través de los datos del Ayuntamiento de Zaragoza).

El 23/02/2016 se publicó una noticia en el Heraldo de Aragón que referenciaba a un anticiclón procedente de África que provocó un aumento anormal de la concentración de PM10.

9. Comparación entre ciudades.

A continuación se procede a comparar los niveles de contaminación de Zaragoza con los de la ciudad más poblada de España (Madrid) y la capital de la Región de Murcia (Murcia). De esta manera, se pretende ofrecer una visión global de los valores de inmisión en la capital aragonesa tras su comparación con otras grandes urbes.

9.1 Comparativa Zaragoza – Madrid.

Madrid cuenta con una población de 3.182.981 habitantes (INE, 2017), unas cinco veces más que Zaragoza. Se encuentra ubicada a 655 metros de altura frente a los 320 metros de la capital aragonesa (Instituto Geográfico Nacional de España, 2017). Su clima es mediterráneo continentalizado. Se caracteriza por amplitud en las temperaturas y bajas precipitaciones debido a su altura y lejanía del mar.

Madrid cuenta con 23 estaciones que controlan la calidad del aire. Se encuentran divididas de la siguiente forma; 20 para la protección de la salud humana y 3 para la vigilancia de los ecosistemas. A su vez, también pueden agruparse en 6 zonas; Corredor de Henares, Urbana Sur, Urbana Noroeste, Rural Sierra Norte, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuna.

Este trabajo se centrará en la Zona Urbana Sur que incluye puntos de control en Alcorcón, Aranjuez, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Valdemoro. Se ha seleccionado dicho lugar puesto que reúne las condiciones que más se asemejan a las de Zaragoza. Se compone de Estaciones urbanas a excepción de la de Valdemoro que es suburbana.

Para comparar los niveles de contaminación entre ambas ciudades, se procederá a elaborar la media aritmética de los niveles de agentes nocivos recogidos por todas las Estaciones Remotas en Zaragoza en los distintos años y compararlos con los valores acumulados en el punto de control de la Zona Urbana Sur.

Puesto que de Madrid solo se cuenta con datos desde el año 2008, se obviarán los valores del 2007 de Zaragoza.

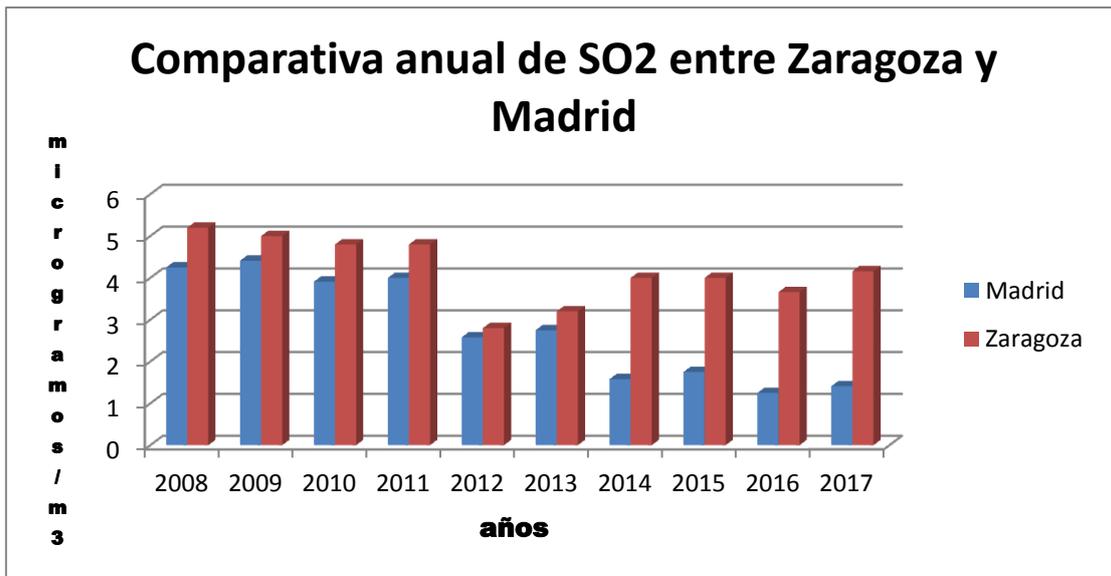


Gráfico 38: Comparativa de la evolución anual de SO2 entre Zaragoza y Madrid. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Madrid).

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre es la combustión fija. Por lo tanto, cabría esperar que la contaminación en Madrid fuese superior que en Zaragoza porque es una urbe cinco veces más poblada que la capital aragonesa y como consecuencia debería tener mayor número de calderas en funcionamiento. Pero la situación totalmente opuesta. En los 10 años, la ciudad maña revela valores de inmisión superiores a la capital española. Además, desde 2014 en adelante la diferencia se amplía, siendo dos e incluso tres veces superior el nivel de contaminación por SO2 en Zaragoza que en Madrid.

Por otro lado, tanto Zaragoza como Madrid presentan datos que indican que la contaminación por SO2 disminuye conforme se acerca el buen tiempo debido a que se reduce el consumo de calefacción en las viviendas. Los valores más elevados se alcanzan en invierno y los límites inferiores en verano.

Por último, se concluye que la contaminación por SO2 es superior de forma total y proporcional en la capital aragonesa frente a la Madrid.

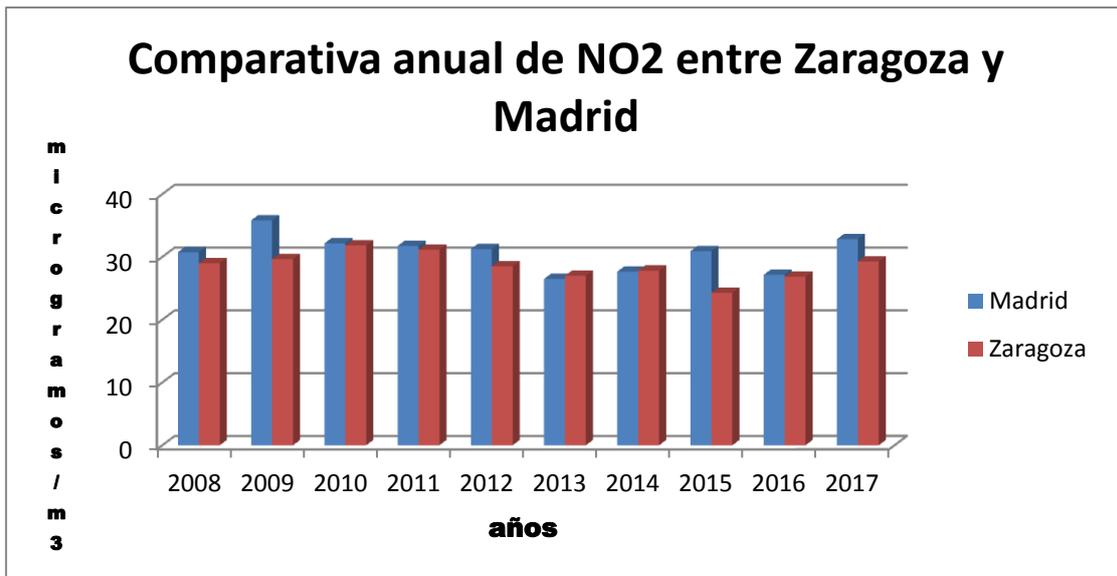


Gráfico 39: Comparativa de la evolución anual de NO2 entre Zaragoza y Madrid. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Madrid).

En cuanto a la contaminación por NO2 se debe tener en cuenta que el transporte es la principal fuente de emisión de este agente nocivo. De nuevo, se espera que en Madrid los valores sean unas cinco veces superiores a los de la capital maña por un mayor número de vehículos motorizados. Y, otra vez, los resultados se antojan sorprendentes. Es cierto que los niveles de contaminación en la capital española son mayores que en Zaragoza pero de forma leve. Además, en 2013 y 2014 en la urbe aragonesa se alcanzaron cotas superiores de dióxido de nitrógeno que en Madrid. Del mismo modo, en ambas ciudades en 2016 y 2017 los valores de inmisión han vuelto a aumentar desde la bajada en el año 2011.

Por otro lado, tras visualizar los datos se comprueba que los niveles de NO2 disminuyen con la llegada del buen tiempo en las dos urbes. Probablemente, se deba a una reducción del gasto energético en las calderas y también a un uso menor de los vehículos motorizados. Con temperaturas cálidas los ciudadanos suelen hacer uso de medios de transporte más saludables como la bicicleta o andar.

En definitiva, a la vista de la gráfica, los valores de inmisión de dióxido de nitrógeno son superiores en Madrid frente a Zaragoza pero mayores de forma proporcional en la capital aragonesa.

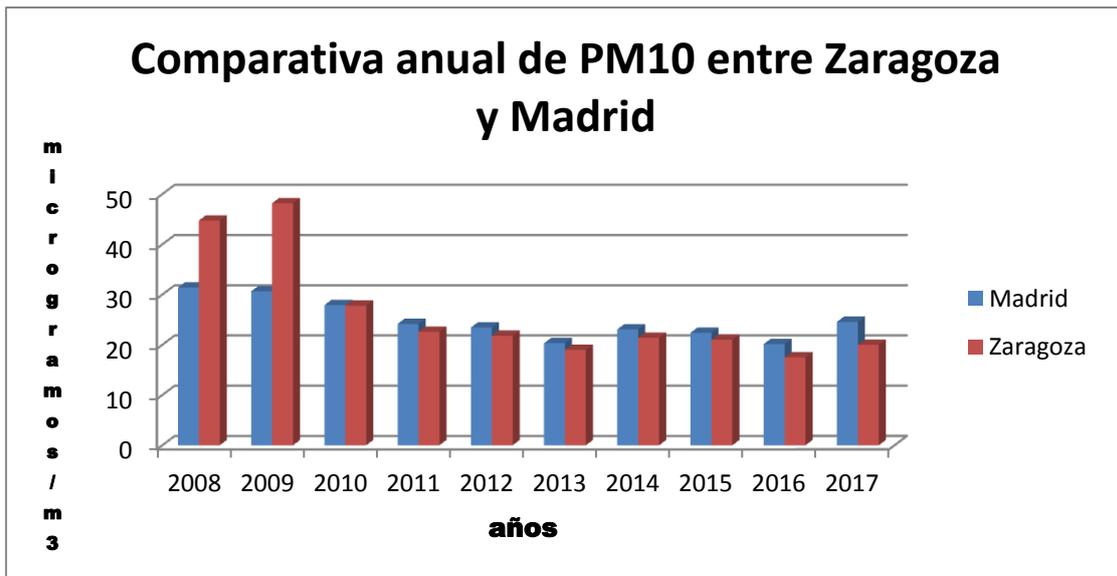


Gráfico 40: Comparativa de la evolución anual de PM10 entre Zaragoza y Madrid. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Madrid).

En este caso, vuelve a sorprender que los valores de inmisión de PM10 sean prácticamente idénticos entre las dos capitales de provincia. Obviando los años 2008 y 2009, Madrid presenta una leve superioridad en contaminación por partículas de diámetro inferior a 10 micras. Pero también se trata de una urbe cinco veces más poblada y por tanto se espera que el número de obras que generen este agente nocivo también lo sea.

De otro modo, puede parecer lógico que en 2008 y 2009 Zaragoza muestre niveles de PM10 superiores a la capital española puesto que tuvo lugar la Expo Zaragoza 2008 y se llevaron a cabo numerosas obras.

Por otro lado, en ambas ciudades se observa que la contaminación por partículas ha disminuido con el paso de los años y se alcanzó el límite inferior en 2016.

De nuevo, la contaminación por partículas cuyo diámetro es inferior a 10 micras se muestra mayor proporcionalmente en Zaragoza que en Madrid aunque no de forma total si no se tienen en cuenta los años de la Expo.

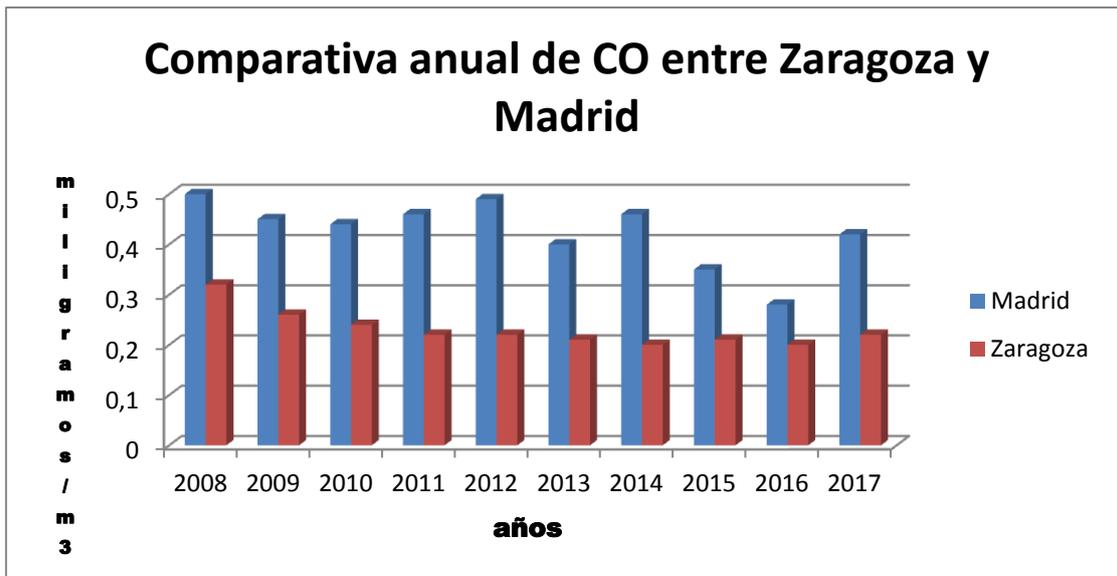


Gráfico 41: Comparativa de la evolución anual de CO entre Zaragoza y Madrid. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Madrid).

La fuente de emisión habitual de CO se relaciona con el tráfico. Por lo tanto, lo normal sería que los valores de inmisión de monóxido de carbono fuesen superiores en la capital madrileña que cuenta con mayor número de vehículos motorizados. Por primera vez esta perspectiva se cumple ya que en Madrid la concentración de CO es del doble en la mayoría de los años excepto en 2008, 2015 y 2016 en los que también es más elevada.

En definitiva, la contaminación por CO es superior en Madrid respecto a Zaragoza.

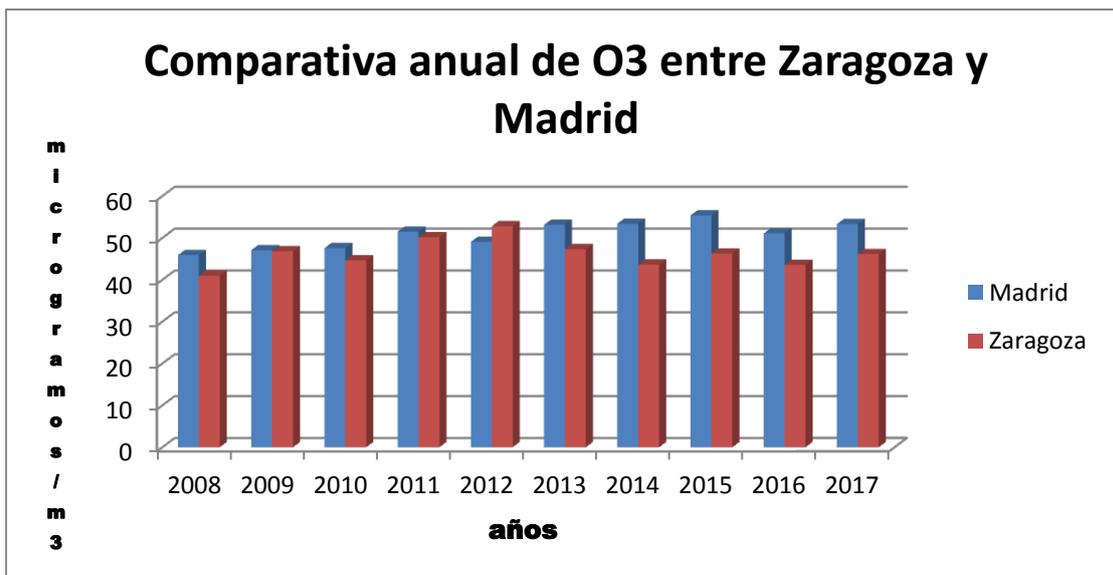


Gráfico 42: Comparativa de la evolución anual de O3 entre Zaragoza y Madrid. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Madrid).

Los valores recogidos son parecidos en ambas ciudades como era de esperar. La presencia de ozono no se debe a la emisión directa desde un foco, sino que se forma por las reacciones entre los diferentes agentes contaminantes en la atmósfera. Además, los meses de primavera y verano registran niveles superiores al invierno puesto que una mayor radiación ultra violeta favorece la formación de más moléculas de O3. La diferencia reside en los niveles de inmisión en diciembre, enero y febrero entre Madrid y Zaragoza que son superiores en la capital española. Quizás la causa se relacione con que en la urbe aragonesa hubo más días de niebla que disminuyen la cantidad de radiación solar recibida.

Además, en Madrid el nivel máximo de inmisión de O3 tuvo lugar en 2015, (15,9°C) año en el que se registró la segunda temperatura media más alta de la historia de la ciudad solo por detrás del 2017 (16°C) según el Instituto de Medio Ambiente y Energía. En cambio, en Zaragoza como ya se ha comentado fue en 2012.

9.2 Comparativa Zaragoza – Murcia.

Murcia cuenta con una población de 443.243 habitantes (INE, 2017), dos tercios de los habitantes en Zaragoza. Se encuentra ubicada a 39 metros por encima del nivel del mar,

281 metros menos que la capital aragonesa (Instituto Geográfico Nacional de España, 2017). Su clima es mediterráneo seco con inviernos suaves y veranos calurosos.

Además, cuenta con la Estación de San Basilio que mide los valores de los siguientes agentes contaminantes; SO₂, NO₂, CO, O₃ y PM₁₀.

Para comparar los niveles de contaminación entre ambas ciudades, se procederá a elaborar la media aritmética de los niveles de agentes nocivos recogidos por todas las Estaciones Remotas en Zaragoza en los distintos meses y compararlos con los valores acumulados en el punto de control San Basilio (SO₂, NO₂, CO, O₃ y PM₁₀).

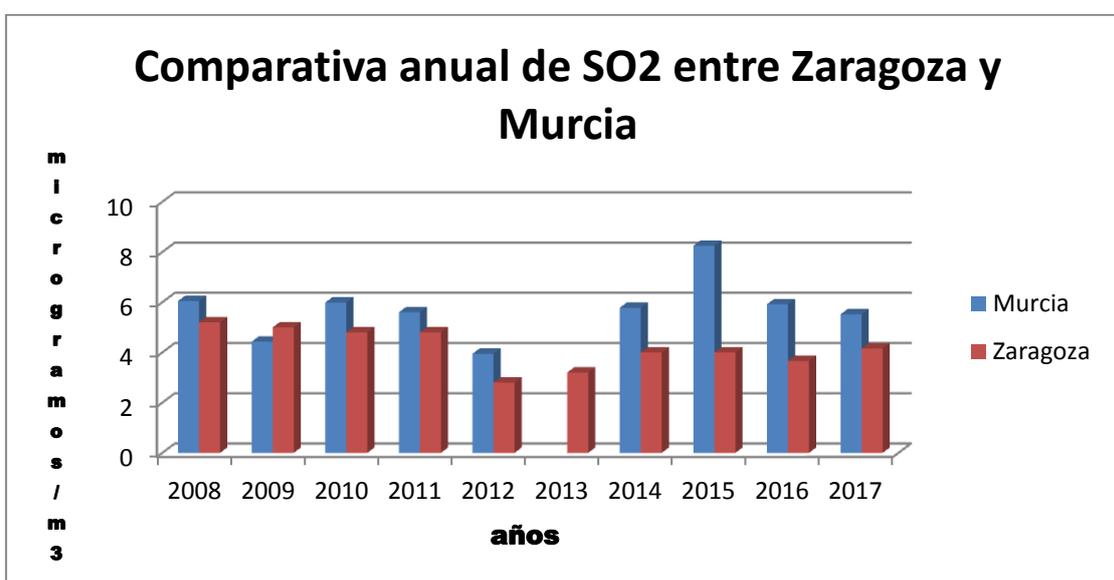


Gráfico 43: Comparativa de la evolución anual de SO₂ entre Zaragoza y Murcia. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Murcia).

Murcia presenta unos niveles de contaminación por SO₂ superiores a los de la ciudad maña. Tan solo en 2009, Zaragoza superó los valores de inmisión de la urbe del sureste sin contar el 2013 ya que no se disponen datos de Murcia. Además, ambas ciudades alcanzaron sus cotas inferiores en 2012. La media máxima anual murciana se registró en el 2015 mientras que en la capital aragonesa fue en 2008.

Se deduce a partir de los datos obtenidos que la contaminación por dióxido de azufre disminuye según se acercan los meses con temperaturas más cálidas porque se reduce el gasto energético en calefacción. Esta disminución del consumo se acentúa más en Murcia que en Zaragoza, donde los valores se encuentran más estables.

Por otro lado, resulta extraño que durante varios años en enero y febrero Murcia exhiba valores superiores a la capital maña. Su clima en invierno es más suave lo cual debería implicar que el consumo energético en calderas fuese inferior. Además, su población también es menor. En cambio, a partir de marzo las perspectivas parecen coherentes.

En definitiva, se afirma que la contaminación por SO₂ en Zaragoza es inferior de forma total y proporcional que en Murcia.

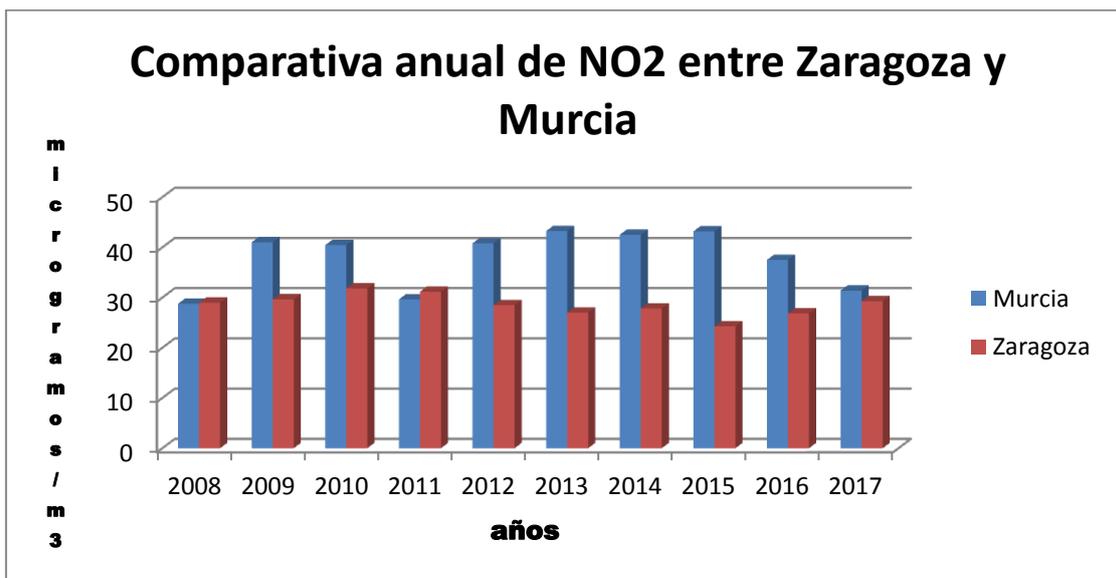


Gráfico 44: Comparativa de la evolución anual de NO₂ entre Zaragoza y Murcia. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Murcia).

En este supuesto, sorprende que los valores de inmisión de dióxido de nitrógeno sean ostensiblemente superiores en Murcia que en Zaragoza. Tan solo en 2008 y 2011 la urbe maña mostró niveles de contaminación mayores. La principal fuente de emisión de NO₂ es el transporte y se presupone que en la ciudad aragonesa el tráfico de vehículos motorizados debe ser superior que en la capital murciana.

De otro modo, también se visualiza que en los meses primaverales y estivales los niveles de contaminación disminuyen en ambas urbes. Quizás la causa se relacione con que debido al buen tiempo los desplazamientos se efectúen en bicicleta o caminando. Pese a ello, la reducción de la inmisión por dióxido de nitrógeno según avanzan los meses es más pronunciada en Murcia que en Zaragoza.

De nuevo, Murcia registra una contaminación superior a la capital aragonesa.

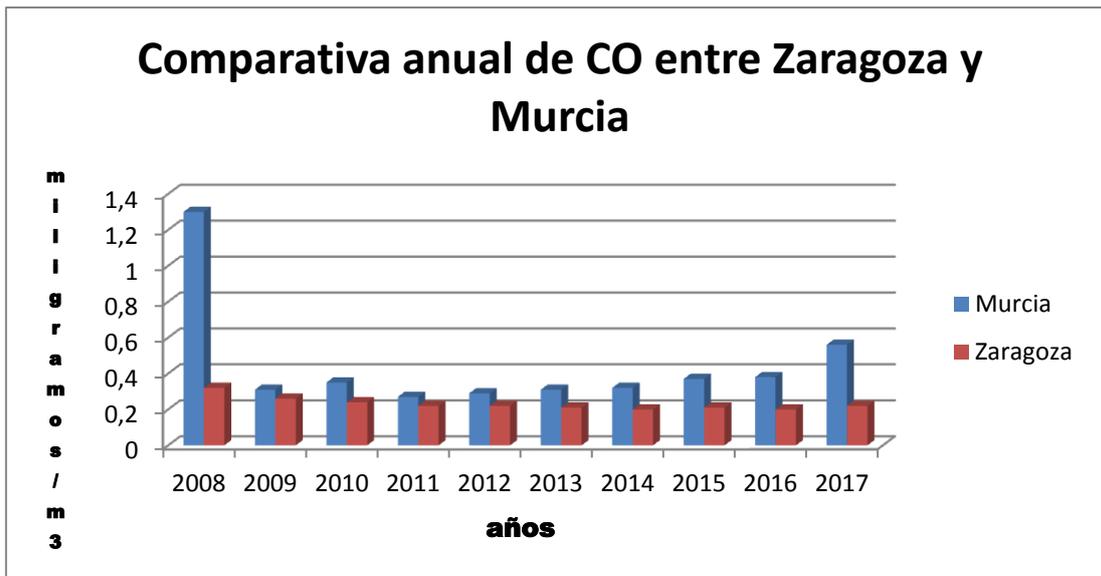


Gráfico 45: Comparativa de la evolución anual de CO entre Zaragoza y Murcia. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Murcia).

Del mismo modo que sucede con el NO₂, la principal fuente de emisión de monóxido de carbono es el tráfico. Y otra vez, los valores recogidos resultan chocantes. En todos los años, Murcia supera los niveles de inmisión registrados en Zaragoza.

Lo lógico sería que el número de vehículos motorizados fuese considerablemente mayor en Zaragoza que en Murcia y, por tanto, sus valores de CO.

En ambas ciudades se alcanzó la media máxima anual en 2008 y mientras que en Zaragoza los niveles de monóxido de carbono han disminuido progresivamente aunque de forma leve, en Murcia se logró el mínimo en 2011 y desde ahí han vuelto a aumentar paulatinamente.

Así que se concluye que la contaminación por monóxido de carbono es superior de forma proporcional y total en Murcia respecto a Zaragoza.

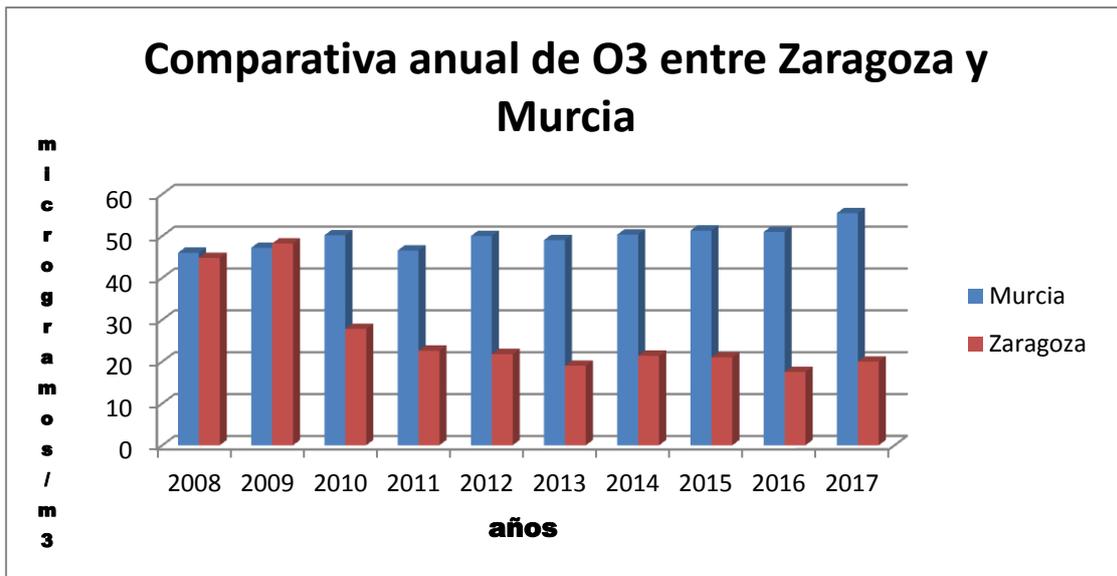


Gráfico 46: Comparativa de la evolución anual de O3 entre Zaragoza y Murcia. (Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Murcia).

Como era de esperar, en los dos primeros años analizados los valores de inmisión de ozono son prácticamente similares entre las dos urbes puesto que el O3 es un contaminante secundario y, como tal, no se emite directamente desde un foco sino que se forma en la atmósfera por la reacción entre los distintos agentes nocivos. Además, los niveles aumentan según se acerca el buen tiempo. La razón se debe a que una mayor radiación ultra violeta favorece la formación de moléculas de ozono.

En cambio, mientras que en Murcia los valores de ozono se mantienen constantes e incluso aumentan una pequeña parte desde el 2009 en adelante, en Zaragoza sucede todo lo contrario. La contaminación por O3 disminuye progresivamente y marca el límite inferior en el año 2016. Esta situación resulta extraña puesto que lo lógico sería que los niveles continuasen siendo similares. Quizás la razón tenga que ver con un incremento considerable de los días de niebla en la capital maña desde el 2009.

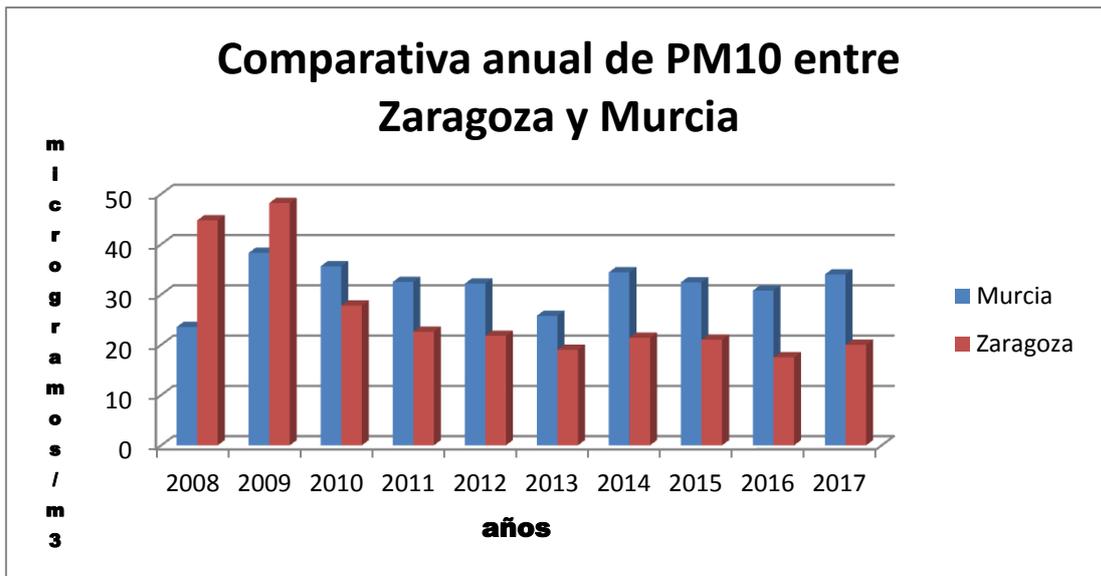


Gráfico 47: Comparativa de la evolución anual de PM10 entre Zaragoza y Murcia.
(Fuente: elaboración propia a través de los datos de los Ayuntamientos de Zaragoza y Murcia).

Las fuentes de emisión más importantes de partículas con diámetro inferior a 10 micras son la industria y las obras. Murcia registra valores superiores de inmisión lo cual parece extraño. Pero la razón quizás se relacione con un número mayor de obras que en la capital aragonesa.

Desde luego, se observa que tanto en 2008 y 2009 la contaminación por PM10 es más elevada en Zaragoza debido a la Expo 2008.

Por otro lado, mientras que en la ciudad aragonesa los niveles disminuyen con el paso de los años, en Murcia la situación se torna caótica sin una clara evolución.

Se concluye que la contaminación por PM10 es superior en Murcia que en Zaragoza.

10. Acciones para reducir la contaminación.

Para disminuir la contaminación atmosférica se antoja necesario desarrollar una serie de acciones las cuales se pueden dividir entre medidas curativas y preventivas.

“Las curativas se aplicaran en aquellas zonas donde se superen los niveles de inmisión permitidos por ley. Su funcionamiento consistirá en reducir la emisión de los agentes contaminantes o en mejorar las técnicas de dispersión de las sustancias nocivas” (Fron Gil, 2007).

Por otro lado, las preventivas son aquellas dirigidas a evitar que se generen problemas relacionados con la contaminación atmosférica.

A continuación se van a proponer una serie de medidas encaminadas a reducir la contaminación atmosférica en Zaragoza.

10.1 Acciones curativas.

- El reciclaje es una buena técnica para disminuir la contaminación ya que se aprovechan recursos que sino tendrían que volverse a producir y generarían gases nocivos.
- Uso del transporte público. A la hora de realizar desplazamientos ya sea para acudir al trabajo o por ocio, el transporte público contribuye a que en un solo vehículo motorizado viajen muchas personas.
- Promover el transporte público gratuito los días de mayor contaminación o al menos reforzarlo. Según una encuesta de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) el 96% de las personas preguntadas creen que el transporte debería reforzarse los días de alta contaminación.
- Uso de coches eléctricos. Cabe recordar que los de motor diésel son los que más contaminan.
- Caminar o utilizar la bicicleta frente al coche o moto. Son formas de desplazamiento que no contaminan además de que favorecen una vida más sana.
- Mejorar las condiciones de dispersión de los contaminantes. Se relacionaría con la modificación de la altura o la orientación de las chimeneas para que el viento los desplace. El problema es que no se destruyen sino que se trasladan a otro espacio.
- “Uso de energías alternativas no contaminantes” (Fort González, 1999) como la eólica (el viento sopla con fuerza en Zaragoza), la hidroeléctrica o la solar.
- Restricción del tráfico los días de mayor contaminación e incluso aplicar peajes como en las autopistas.

10.2 Acciones preventivas.

- “Promoción de hábitos respetuosos con el medio ambiente”(Ballester, 2005).
- Establecer en el sistema actual de vigilancia de la calidad del aire referencias a los problemas de salud que puede acarrear cada uno de los agentes nocivos.

- Uso eficiente de la energía.
- Fomentar las tecnologías poco contaminantes.
- Planificación urbana. En las ciudades las principales fuentes de emisión de gases perjudiciales son las calefacciones, las industrias y el tráfico. De esa manera, se deben fijar cuáles son los puntos más críticos y en ellos llevar a cabo medidas como limitar el tráfico, colocación de puestos de Bizi Zaragoza o situar las industrias pesadas en las partes más ventiladas de la urbe.
- Programas encaminados a reducir el riesgo de incendios forestales.
- Ahorro energético. La producción de energía procede en gran parte de la quema de combustibles fósiles que son altamente contaminantes. Si se reduce el gasto, no hará falta producir tanta energía.
- Mejorar la calidad del sistema de Bizi Zaragoza para fomentar su uso así como del transporte público.
- Elaborar un plan de movilidad de transporte público para que todos los barrios y zonas tengan acceso a desplazamientos a cualquier punto de la ciudad.

11. Seguimiento de la importancia en prensa digital de noticias relativas a la contaminación del aire. Número de publicaciones y tratamiento que se le da a la contaminación atmosférica en Zaragoza.

En el siguiente apartado se realizará un seguimiento del número total de noticias relacionadas con la contaminación atmosférica publicadas en el formato digital de los dos periódicos más importantes de Zaragoza; Heraldo de Aragón y El Periódico de Aragón. Para dicho estudio, se tendrán en cuenta 365 días, es decir, un año el cual comenzará el 1 de agosto de 2017 y terminará el mismo día pero en 2018.

Heraldo de Aragón.

El Heraldo de Aragón es un periódico español fundado en Zaragoza en 1895 por Luis Montestruc Rubio. Lleva publicándose 123 años. Su sede se ubica en Paseo Independencia N°29 y, actualmente, su director es Mikel Iturbe. Su ideología se caracteriza por el conservadurismo y cuenta con una tirada de algo menos de 23.000 ejemplares que se venden a 1.40 euros. Por último, su versión digital se puso en marcha en el año 1995.

El Periódico de Aragón.

El Periódico de Aragón fue fundado en Zaragoza en 1990. Pertenece al Grupo Zeta y su actual director es Jaime Armengol. Cuenta con una tirada de 15.000 ejemplares aunque su venta real no supera las 8.000 unidades a 1.40 euros de lunes a viernes. De ideología progresista su formato digital comenzó a funcionar en 2002.

Introducción.

Resulta indudable el poder que poseen los medios de comunicación como generadores y modificadores de opinión pública. También se presupone un código deontológico férreo por parte de los “*media*” a la hora de establecer una agenda pública de prioridades (qué hechos son noticiosos y cuáles no). Pero a la hora de la verdad la realidad no es tan pura como se espera. Los medios de comunicación constituyen empresas con varios objetivos y, entre ellos destaca el económico. Por lo tanto, la prensa, radio, y la televisión entre otros, no siempre hablarán de lo importante sino de aquello que venda y consiga captar más lectores, oyentes o audiencia.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que la contaminación atmosférica no es solo un fenómeno natural sino que también lo es político al no tratar únicamente las transformaciones provocadas por el hombre sino además, las tomas de decisiones de altos cargos para mitigarlo (Giddens, 2010).

De otro modo, resultará interesante analizar cómo en los dos periódicos digitales se tratan dos conflictos. El primero de ellos tiene que ver con el crecimiento económico frente a la descontaminación. El segundo con llevar a cabo acciones curativas o preventivas frente a la contaminación atmosférica. En ambas luchas no tiene que existir necesariamente un punto de vista radical sino que quizás la solución más justa se encuentre en un lugar intermedio.

Hasta ahora queda claro el poder con el que cuentan los medios de comunicación para influir en la opinión pública. También que si un tema no lo tratan, será como si no haya existido. Por ello, resulta importante saber cuándo comenzó a aparecer el tema de la contaminación atmosférica en la prensa. A partir de 1990 la cobertura de los medios centra su atención en temas ambientales (Anderson, 2009). En el primer lustro de los 90 el tema pierde fuerza por competir con la Guerra de Irak pero tras el

Protocolo de Kioto en 1997 el fenómeno vuelve a emerger (Boykoff y Boykoff, 2007).

Por otro lado se va a analizar el encuadre noticioso de la contaminación atmosférica que se puede definir como “la idea organizadora central para el contenido de las noticias, que provee un contexto y sugiere qué es el tema mediante el uso de la selección, énfasis, exclusión y elaboración” (Ryan et al., 1991). Es decir, cuáles son las estructuras rutinarias en la producción de noticias; si se abusa de notas de prensa, si se reproducen las afirmaciones de los poderosos o si se tiende al amarillismo entre otras.

Criterios de selección y muestras.

Se van a interpretar aquellas publicaciones sobre contaminación del aire. Se excluyen editoriales, columnas de opinión y entrevistas, ya que su lógica no responde a la estructura del estilo noticioso.

Las muestras son los medios digitales; Heraldo y el Periódico de Aragón que cuentan con un nivel similar de credibilidad que sus homólogos en papel.

Tratamiento de la información.

Se han encontrado 33 noticias en total relativas a la contaminación atmosférica/aire durante el periodo analizado. 16 en el Heraldo y otras 17 en El Periódico. Por lo tanto, se deduce que ambos medios le otorgan una importancia similar a esta temática. Al estudiar el conjunto de los periódicos se observa que se publica una divulgación acerca de esta temática cada 11 días.



Gráfico 48: Comparativa de noticias extraídas del Heraldo y El Periódico de Aragón. (Fuente: elaboración propia).

En cuanto al tratamiento de la información se extraen una serie de conclusiones. En primer lugar se ofrecen en la mayoría de las publicaciones datos numéricos que plantean una serie de cuestiones: ¿De qué fuentes vienen? ¿Buscan el engaño con esos datos? ¿Pretenden otorgar a la noticia de un toque amarillista o dar solo un toque de atención a modo de denuncia social? Además, todas las cifras aparecen en forma de número lo cual le ofrece más impacto a las publicaciones. En 12 de las 16 noticias del Heraldo de Aragón se muestran datos numéricos y de la misma manera, en 14 de las 17 posibles en El Periódico de Aragón.



Gráfico 49: Publicaciones en las que se ofrecen datos numéricos. (Fuente: elaboración propia).

En la misma línea, se abusa de cifras y porcentajes en determinadas divulgaciones. De ese modo, el público olvida prácticamente todos los datos. Igualmente, las informaciones numéricas son contradictorias según la fuente. Si hablan de las muertes por la contaminación diésel por ejemplo las cifras son distintas. A continuación se ofrece una gráfica en la que se muestra de forma visual el número de noticias en las que se abusa de números y en las que no. Como es lógico, solo se han tenido en cuenta aquellas informaciones en las que aparecen cifras y porcentajes.

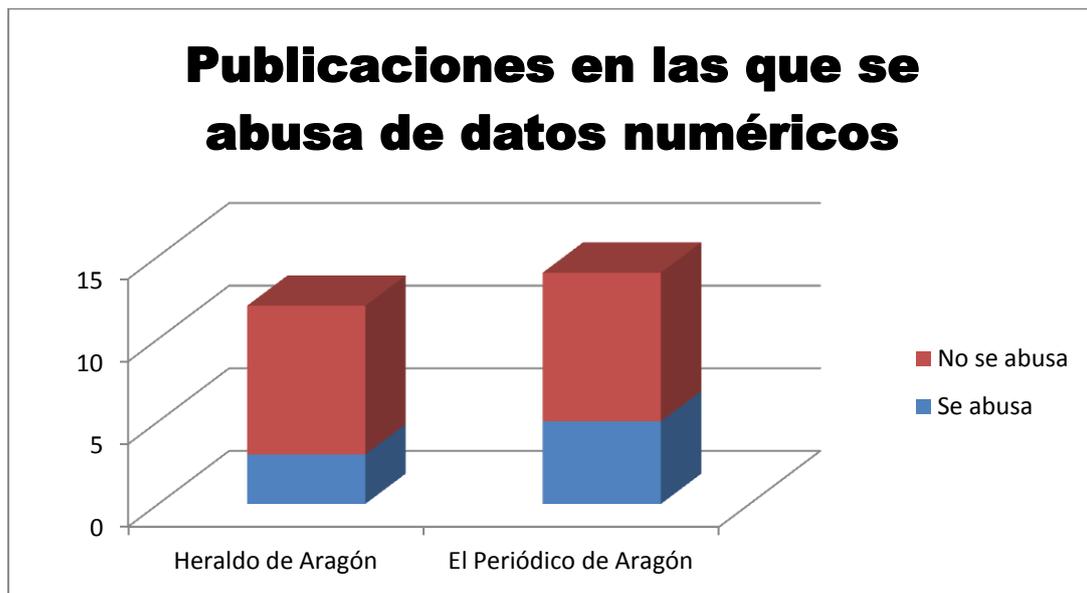


Gráfico 50: Noticias en las que se abusa de datos numéricos. (Fuente: elaboración propia).

Se concluye que el uso de datos numéricos es excesivo en un 25% de las publicaciones del Heraldo de Aragón y en un 30% de las del Periódico de Aragón siempre y cuando aparecen cifras.

Por otra parte, en cuanto a las fuentes, en la mayoría de divulgaciones las notas de prensa y estudios recién publicados son las mayoritarias. Normalmente, las noticias se limitan a la nota de prensa y no van más allá. Son fuentes a las que cualquiera tiene acceso porque se ha hecho pública esa información. No son fuentes propias. Falta contraste y especialistas que confirmen las publicaciones. Además la mayoría de divulgaciones son elaboradas por agencias de noticias. Se observa que los periódicos apenas recurren a sus periodistas para escribir las informaciones. Tan solo 2 publicaciones fueron redactadas por periodistas en el Heraldo (una por Víctor

Millán y otra por Carmen Serrano) y 6 en El Periódico de Aragón (una por Carlota Gomar, otra por Silvia Martínez y 3 por M.D.S).

Se intuye que el Heraldo de Aragón no cuenta con especialistas para el tratamiento de este tema y El Periódico de Aragón también sigue esta línea aunque no de forma tan radical.



Gráfico 51: Redacción de las noticias. (Fuente: elaboración propia).

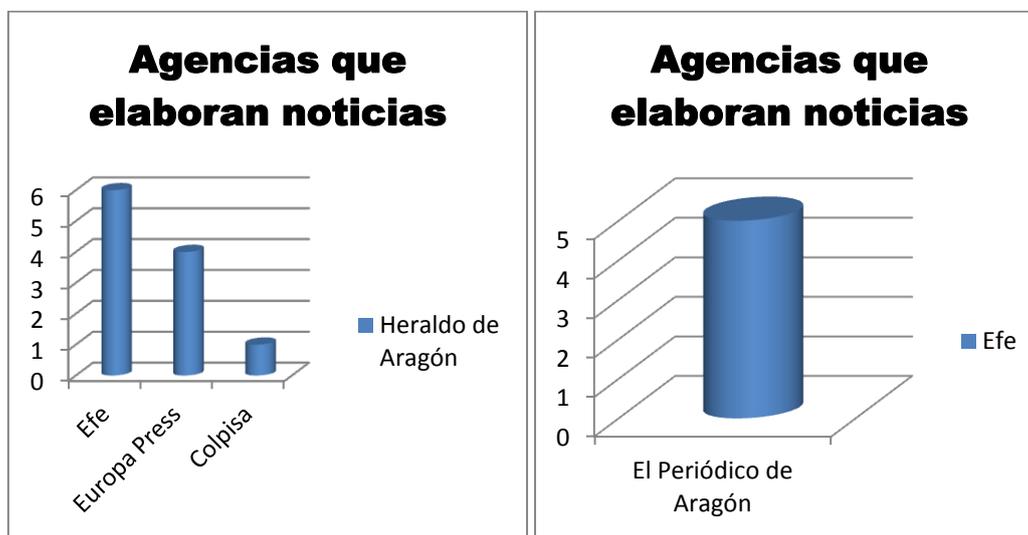


Gráfico 52: Agencias que redactan publicaciones. (Fuente: elaboración propia).

De la misma manera, en pocas ocasiones se recurre a fuentes que ofrezcan medidas para paliar o reducir la situación. Asimismo, se echan en falta fuentes de empresas

contaminantes que ofrezcan su punto de vista o de ciudadanos y científicos ya que se abusa de las políticas.

Por otro lado, respecto a la redacción se abusa de adjetivos y adverbios de cantidad que tienden al amarillismo y magnifican el problema. Como es un tema delicado los medios se colocan de parte del afectado. Igualmente, algunos titulares son sensacionalistas y buscan captar la atención. Para ello, mencionan a niños o bebés puesto que se tratan de colectivos dependientes y que generan alta sensibilidad.

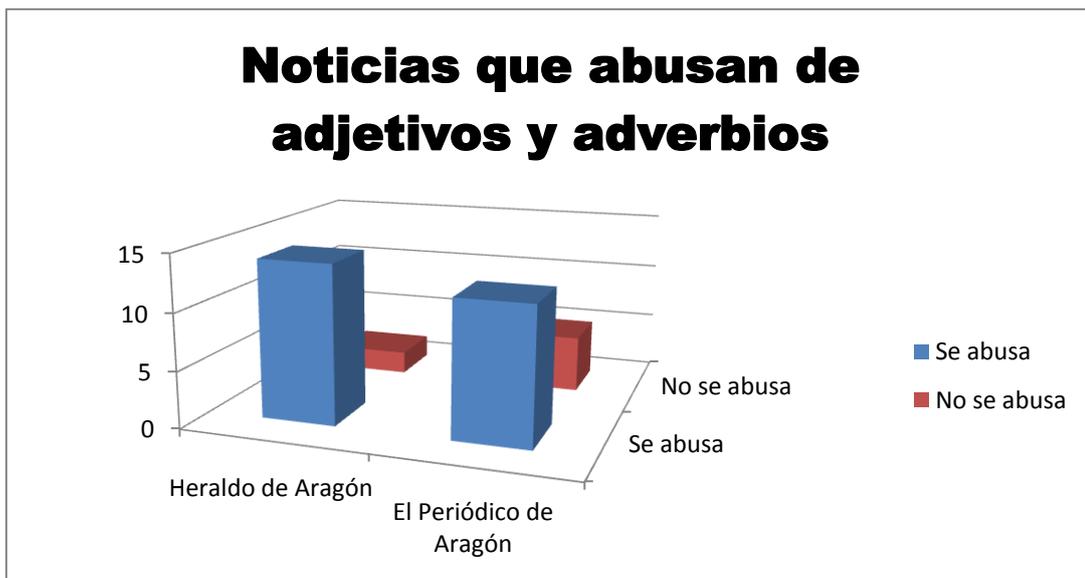


Gráfico 53: Noticias que abusan de adjetivos y adverbios. (Fuente: elaboración propia).

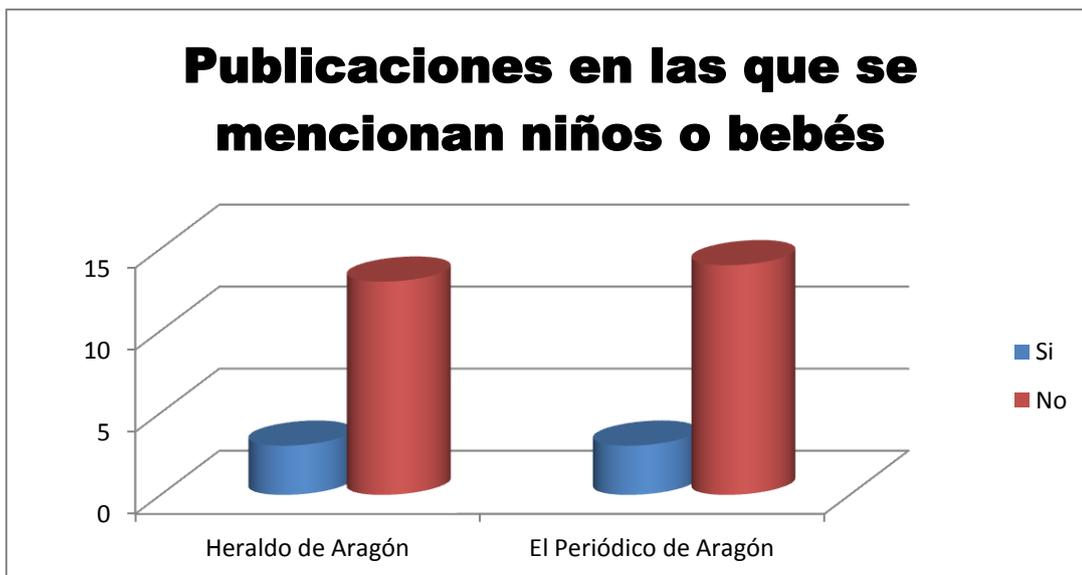


Gráfico 54: Divulgaciones en las que se nombran niños o bebés. (Fuente: elaboración propia).

Además, los titulares pueden ser algo engañosos ya que en ellos se intuye que el problema es mayor de lo que luego se contempla en el resto del texto.

En la misma tesitura, se pone el énfasis en el punto de vista de los que más sufren y crítica a aquellos en el poder que son los responsables y tienen los medios para resolver los problemas. En este aspecto, el resultado es demoledor. Tan solo una divulgación cuenta con una visión neutra u objetiva de la realidad mientras que todas las demás se posicionan del lado del más débil.



Gráfico 55: Punto de vista de las noticias. (Fuente: elaboración propia).

En cuanto a la dimensión, las noticias son de tamaño medio o corto y carecen todas excepto una de infografías que las acompañen. En cambio, la gran mayoría sí que son acompañadas con una o dos fotos. Por tanto, son divulgaciones elaboradas de una forma simple respecto a otro tipo de temas como podría ser la política o economía. Y, por supuesto, casi todas las imágenes utilizadas son de archivo.

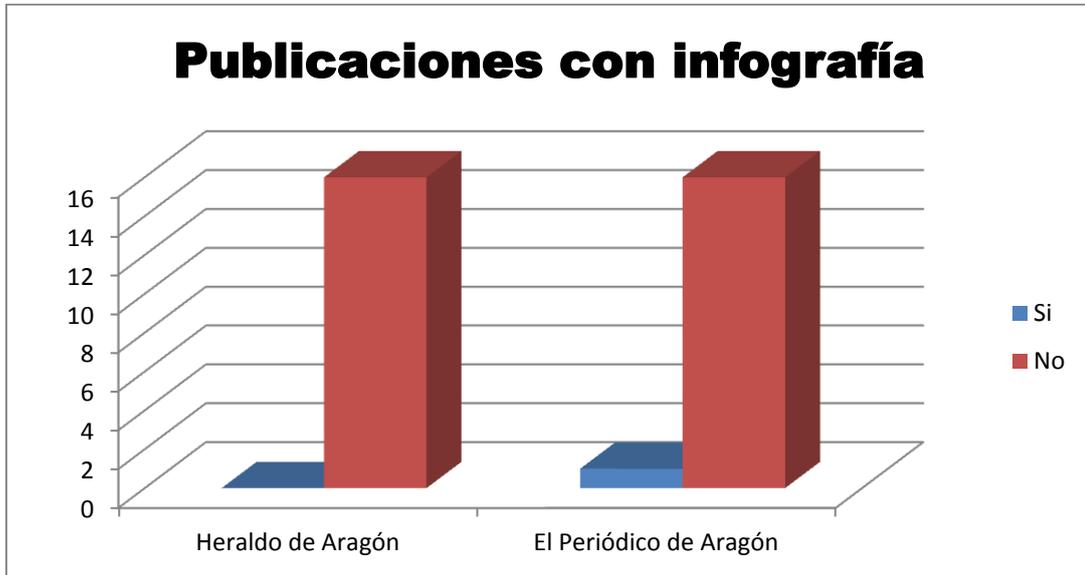


Gráfico 56: Noticias que incluyen infografía. (Fuente: elaboración propia).

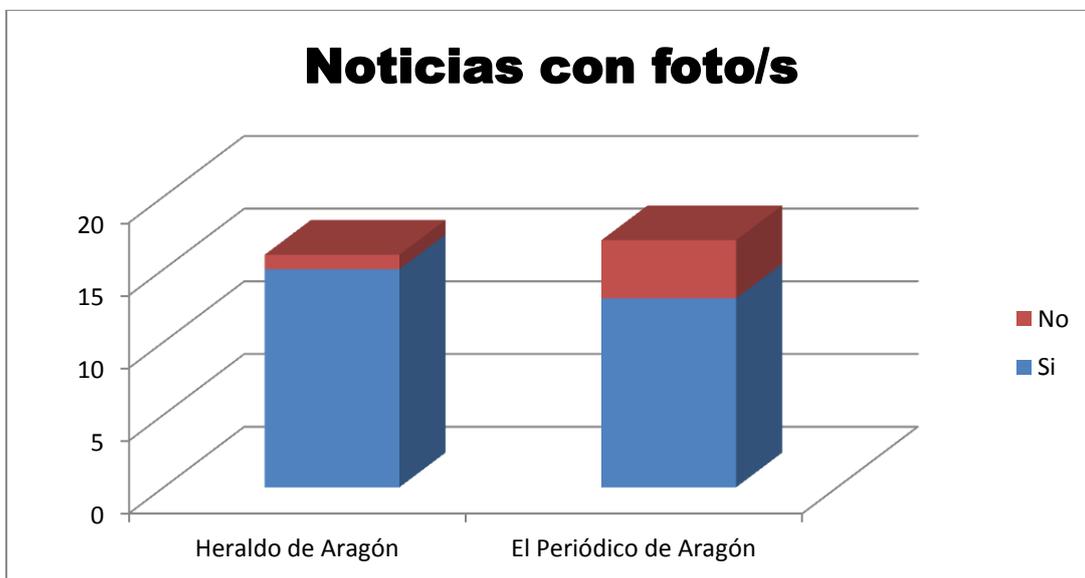


Gráfico 57: Noticias que incluyen foto/s. (Fuente: elaboración propia).

Por último, en ningún caso se tiene en cuenta el conflicto entre contaminación y desarrollo económico. Se menciona en algunos casos los daños monetarios que

produce la contaminación atmosférica. Además, para elaborar las publicaciones se recurre a fuentes y datos antiguos.

En definitiva, una amplia mayoría de las noticias son divulgadas porque se publica un estudio, informe o comunicado o, porque alguna organización sin ánimo de lucro denuncia una situación y se elaboran a partir de ese estudio. Desde luego no son redactadas por una investigación propia de los medios o por un seguimiento habitual de la contaminación atmosférica.

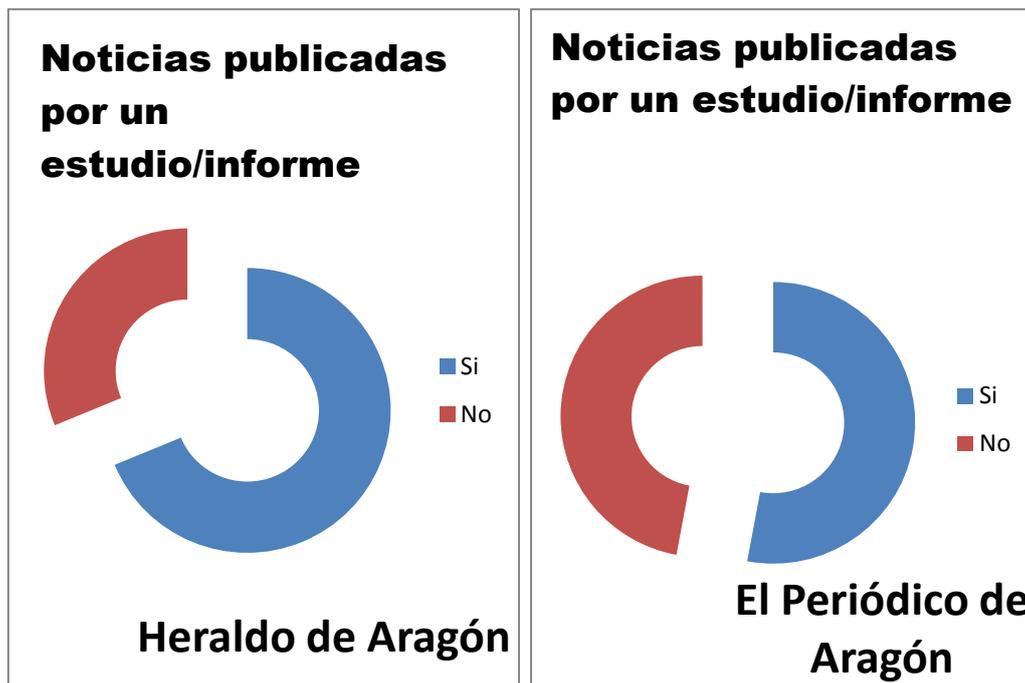


Gráfico 58: Noticias publicadas por un estudio/informe. (Fuente: elaboración propia).

12. Conclusiones.

Después de estudiar la contaminación atmosférica en Zaragoza, compararla con dos capitales de provincia y realizar un seguimiento de la importancia que se le otorga en prensa al tema se extraen una serie de conclusiones.

Por un lado, la capital aragonesa cumple con creces la normativa en cuanto a la contaminación por SO₂, CO y O₃. En cambio, respecto al NO₂ y PM₁₀, bien es cierto que no se supera el valor límite si se tiene en cuenta la media anual (excepto en PM₁₀ en los años de la Expo) pero, en todos los años y prácticamente en la totalidad de los meses se incumple la ley vigente.

Por otra parte, en los 11 años analizados la contaminación por SO₂, CO y PM₁₀ ha ido disminuyendo con el paso del tiempo. La de NO₂ alcanza sus cotas más altas en los primeros y últimos años estudiados y respecto al ozono la contaminación tiende a subir hasta los años 2012-2013 y luego vuelve a descender.

En cuanto a la comparación de la contaminación entre Zaragoza y Madrid los datos han revelado que la capital maña se encuentra más contaminada de forma total y proporcional en dióxido de azufre. También muestra una mayor contaminación proporcional en dióxido de nitrógeno y en partículas de diámetro superior a 10 micras. En ozono los niveles son parecidos mientras que en monóxido de carbono Madrid registró valores superiores.

Respecto a la confrontación Zaragoza-Murcia el análisis presenta que la ciudad del sureste se encuentra más contaminada de forma total y proporcional en todos los agentes nocivos mencionados. Tan solo la urbe aragonesa exhibe niveles superiores de PM₁₀ en 2008 y 2009, años de obras por la Expo.

En definitiva, se concluye que los valores de contaminación de Zaragoza son aceptables pese a que quede un largo camino por recorrer. El viento ejerce de importante dispersor de agentes perjudiciales. Pese a ello, se deben tomar una serie de medidas divididas en acciones curativas y preventivas. El ayuntamiento como ente político más cercano tiene que erigirse como la institución que lleve a cabo estos procedimientos de la forma más eficiente posible.

Por último, el tratamiento de noticias relativas a la contaminación del aire se caracteriza por el sensacionalismo en sus titulares que busca captar la atención del lector. En ellos se mencionan a niños o bebés o se ofrecen datos demoledores. Del mismo modo, se abusa del uso de cifras ya que la memoria no retiene ni siquiera la mayoría. Además, las fuentes utilizadas son públicas y cualquiera podría tener acceso a ellas. Se echa en falta fuentes científicas más calificadas para tratar el tema.

Tras conocer todas estas realidades y ser conscientes del enorme poder de los medios de comunicación resulta extraño que a estas informaciones no se les otorgue la importancia que realmente merecen. La salud humana y el planeta están en juego. Pero desde luego, la contaminación atmosférica no parece ser un tema que venda así que los “*media*” ponen el acento en otros asuntos y obvian su labor social con la sociedad.

13. Bibliografía.

- Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad. (2016). Situación de la calidad del aire en la ciudad de Zaragoza en el año 2016. Ayuntamiento de Zaragoza. Zaragoza (España).
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2016). Transporte y salud pública. Señales de la AEMA. 2016/9. Copenhague (Dinamarca).
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2015). Vivir en un clima cambiante. Señales de la AEMA. ISSN 2443-7492. Copenhague (Dinamarca).
- Anderson, A. (2009). Media, Politics and Climate Change: Towards a New Research Agenda. *Sociology Compass*, núm 3. Wiley. United State.
- Anderson, J. W. (1998): The Kioto Protocolo on climate change. Background, unresolved issues and next steps. *Resources for the future*. Washington DC (United States).
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A. & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*. Número 2 marzo-abril. Madrid (España).
- Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*. Vol. 79. No 2. Madrid (España).
- Ballester, F., Íñiguez, C., Sáez, M., Pérez-Hoyos, S., Daponte, A., Ordóñez, J.M., Barceló, M.A., Taracido. M., Arribas, F., Bellido, J., Cambra, K., Cañada, A. & Guillén, J.J. (2003). Relación a corto plazo de la contaminación atmosférica y la mortalidad en 13 ciudades españolas. *Medicina Clínica*, Volume 121, Issue 18. Elsevier. España.
- Boykoff, M. & Boykoff, J. (2004). Balance as bias: global warming and the US prestige press. *Global Environmental Change*, núm. 2. Elsevier. Reino Unido.
- Bruyninckx, H. (2015). Acuerdo sobre el clima: hacia un mundo con bajas emisiones de carbono y resistente al cambio climático. *European Environment Agency Newsletter*. 2015/4. Copenhagen (Denmark).

- Bueno J. L., Sastre M., Lavin A. G. (1997). Contaminación e ingeniería ambiental: Gestión de la contaminación. FICYT. Oviedo (España).
- Carnicer, J. (2008). Contaminación Atmosférica. Escuela de negocios. Madrid (España).
- Celma Celma, J. & López, N. (2014). Situación de la contaminación atmosférica en la ciudad de Zaragoza: año 2013. (Recurso electrónico). Ayuntamiento de Zaragoza, Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad. Zaragoza (España).
- Celma, J., López, N., Aladrén, M. & Cuadrat, J.M. (2005). Clima urbano y calidad ambiental de la ciudad de Zaragoza. Agenda Local 21, Ayuntamiento de Zaragoza. Cuaderno nº. 10. Zaragoza (España).
- Constitución Española de 1978. Título VIII De la Organización Territorial del Estado. Capítulo III. De las Comunidades Autónomas. Artículos 148 y 149.
- Cortina, M. G. (2012). Aplicación de Técnica de Inteligencia Artificial a la Predicción de Contaminantes Atmosférico. Tesis (Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid (España).
- Costea Soriano, P. J. & Pascau Benito, A. (2007). Estudio computacional de la dispersión de contaminantes en calles encajonadas, comparación con datos experimentales. Proyecto fin de carrera (recurso electrónico). Zaragoza (España).
- De la Cruz-Monte de Oca, F., Furet-Bridón, N. R., Turtós-Carbonell, L. & Lorente Vera, M. (2011). La dispersión atmosférica de contaminantes en una zona industrial de Cuba. Revista CENIC. Ciencias Químicas, vol. 42, núm. 2-3. La Habana (Cuba).
- Elsom, D. (1990). Atmospheric pollution. Basil Blackwell. Oxford (England).
- EPA. (2016). Guía de la Calidad del Aire sobre la Contaminación por Partículas. Oficina de la calidad del aire y radiación. EPA-456/F-16-003. Estados Unidos.
- Fort González, R. (2007). La contaminación atmosférica en el deterioro del patrimonio monumental : medidas de prevención. Libro "Ciencia, Tecnología y Sociedad para una conservación sostenible del patrimonio pétreo". San Sebastián de los Reyes (España).
- Fron Gil, A. & Matute Najarro, R. P. (2007). Contaminación atmosférica en Zaragoza.

- Proyecto fin de carrera (recurso electrónico). Zaragoza (España).
- García Morales, V. Y. (2013). Competencias locales y protección del medio ambiente : especial referencia al planeamiento urbanístico municipal. Cuadernos de Derecho Local. Número 32. Fundación Democracia y Gobierno Local. Madrid (España).
- Giddens, A. (2010), La política del cambio climático. Alianza Editorial. Revista Internacional de Sociología, Vol 69, No 2. Madrid (España).
- Hasbún-Mancilla, J., Aldunce-Ide, P., Blanco-Wells, G. & Browne-Sartori, R. (2017). Encuadres del cambio climático en Chile: Análisis de discurso en prensa digital. Convergencia revista de ciencias sociales. Número74. Chile.
- Horner, Ch. C. (2007): Guía políticamente incorrecta del calentamiento global (y del ecologismo). Ciudadela Libros. Madrid (España).
- Martínez Ataz, Y. & Morales Diaz de Mera, E. (2004). Contaminación atmosférica. Ediciones de la Universidad de Castilla–LaMancha. España.
- Ryan, M., Dunwoody, S. & Tankard, J.(1991). Risk Information for Public Consumption: Print Media Coverage of Two Risky Situations. Health Education and Behavior. United States.
- Santurtún, A., González Hidalgo, J. C. & Zarrabeitia, M. T. (2014). Análisis comparativo de la contaminación atmosférica y las visitas a urgencias por asma. Seguridad y medio ambiente. N°133. España.
- Serrano, R., Tejedor, E., Cuadrat, J. M. & Saz, M. Á. (2015). Patrones temporales y espaciales de la temperatura urbana de Zaragoza. Agenda 21. Departamento de Geografía. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).
- Sporer, M. (2017). Tracking Europe’s progress on meeting 2020 climate and energy targets. European Environment Agency Newsletter. 2017/4. Copenhagen (Denmark).
- Vargas Marcos, F. (2005). Calidad ambiental interior en edificios, bienestar, confort y salud. Conama 9. España.
- Vázquez Dols, J. L. & Cámara Rascón, Á. (1999). Modelo de laboratorio de las

reacciones de degradación de los CFC's, HCFCs y HFCs en la atmósfera. Su relación con la “Degradación de la Capa de Ozono” y el “Efecto Invernadero”. Madrid (España).

Vegara, J. M., Busom, I., Coldeforns, M., Guerra, A. I. & Sancho, F. (2009). El cambio climático: análisis y política económica. Una introducción. La Caixa, Servicio de Estudios. Barcelona (España).

Xenia, T. (2017). Chemicals in Europe: understanding impacts on human health and the environment. European Environment Agency Newsletter. 2017/2. Copenhagen (Denmark).

Páginas webs consultadas:

<https://www.zaragoza.es/sedeelectronica/>

<https://www.madrid.es/portal/site/munimadrid>

<https://www.murcia.es/web/portal/inicio>

14. ANEXO.

El Periódico de Aragón.

Noticias sobre la contaminación atmosférica:

- 1- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/ciudad-sostenible-comoda-habitable-objetivo-pacto-movilidad_1227635.html
- 2- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/5-000-personas-mueren-ano-europa-exceso-emisiones-diesel_1228174.html
- 3- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/mala-calidad-aire-principal-causa-muerte-prematura-ue_1229813.html
- 4- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/ecologistas-accion-pide-reduccion-trafico-motorizado-contaminacion_1243837.html
- 5- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras-15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana_1243850.html
- 6- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/estudio-revela-capacidad-plantas-barrera-contaminacion_1258406.html
- 7- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/red-calidad-aire-suma-nueva-estacion-actur_1272134.html
- 8- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/respiramos-aire-letal_1281293.html
- 9- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/dias-mayor-contaminacion-hay-ataques-corazon-mas-graves_1245728.html
- 10- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/testigos-aire-zaragoza_1247366.html
- 11- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/efectos-contaminacion-cifras-2017-fue-critico-madrid-aun-peor_1250897.html
- 12- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/ayuntamiento-descarta-prohibir-estufas-gas-terrazas_1252438.html

- 13- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/ultimatum-bruselas-espana-contaminacion_1260420.html
- 14- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/caspe-suma-municipios-descontaminantes-uso-pavimento-ecologico_1265517.html
- 15- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/contaminacion-afecta-cerebro-fetos_1269742.html
- 16- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/38-casos-asma-infantil-son-atribuibles-contaminacion_1273751.html
- 17- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/bus-tranvia-seran-gratis-episodios-alta-contaminacion_1288703.html

El Heraldo de Aragón.

Noticias sobre la contaminación atmosférica:

- 18- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2017/09/18/como-afecta-contaminacion-salud-1197178-1381024.html>
- 19- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2017/10/05/la-contaminacion-tambien-afecta-memoria-los-ninos-1200385-1381024.html>
- 20- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza-provincia/zaragoza/2017/11/20/zaragoza-supera-los-limites-particulas-contaminantes-co2-1209172-301.html>
- 21- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza-provincia/zaragoza/2017/11/22/zec-estudia-restricciones-del-trafico-como-las-madrid-ante-los-picos-contaminacion-1209467-301.html>
- 22- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza-provincia/zaragoza/2017/11/23/la-contaminacion-atmosferica-agrava-los-niveles-maximos-vuelven-superarse-1209720-301.html>
- 24- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/tercer-milenio/innovacion/2017/11/27/bacterias-que-engullen-contaminacion-atmosferica-1209587-2121030.html>

- 25- <https://www.heraldo.es/noticias/internacional/2017/12/05/unicef-alerta-que-millones-bebes-respiran-aire-toxico-que-puede-afectar-desarrollo-cerebral-1212418-306.html>
- 26- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza-provincia/zaragoza/2018/06/04/zaragoza-podria-restringir-trafico-rodado-caso-alta-contaminacion-1247533-301.html>
- 27- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2018/06/20/el-los-espanoles-respiro-aire-contaminado-2017-1250391-1381024.html>
- 28- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2018/01/07/aragon-registro-aire-contaminado-durante-cada-dias-2017-1217636-300.html>
- 29- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/tercer-milenio/investigacion/2018/02/15/pesticidas-perfumes-contaminan-aire-urbano-nivel-los-vehiculos-1225135-2121029.html>
- 30- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2018/03/09/la-contaminacion-embarazo-causa-alteraciones-cerebro-del-nino-1229101-1381024.html>
- 31- <https://www.heraldo.es/noticias/economia/2017/09/18/cifran-000-las-muertes-prematuras-anuales-europa-por-emisiones-del-diesel-1197179-309.html>
- 32- <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2017/10/17/aragon-entre-las-autonomias-que-incumplen-niveles-contaminacion-por-ozono-1202486-300.html>
- 33- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2017/11/22/la-contaminacion-aire-afecta-tamano-calidad-del-esperma-1209546-1381024.html>
- 33- <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/salud/2018/03/26/desaconsejan-practicar-deporte-aire-libre-cuando-contaminacion-elevada-1232077-1381024.html>

