



**EVALUACIÓN DE LA RED SESMAF Y CONTAMINACIÓN
EN PINARES**

**MEDICIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN
MEDIANTE DOSÍMETROS PASIVOS EN PINARES**

INFORME RESUMEN

AÑO 2019



Subdirección General de Recursos Naturales
Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y SOSTENIBILIDAD**

SECCIÓN DE DEFENSA FITOSANITARIA

1. INTRODUCCIÓN.

En 2003, la Sección de Defensa Fitosanitaria de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio instaló una red de seguimiento de niveles de contaminación atmosférica en los pinares de la Comunidad de Madrid formada por 35 puntos en los que se tomaban muestras foliares para el análisis posterior de contenidos de azufre (total, orgánico e hidrosoluble). Posteriormente, en 2006, 10 de las 35 parcelas se instrumentaron mediante dosímetros pasivos y captadores de deposición, puntos en los que se toma muestra con periodicidad quincenal.

Se presentan a continuación los principales resultados obtenidos en la revisión de 2019, dentro del proyecto *Evaluación de la Red SESMAF y Contaminación en Pinares (EXPTE. A/SER-004037/2017 (12/F-17))*.

2. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE DEPOSICIÓN.

De las muestras de agua de lluvia recogidas se analiza acidez (pH), conductividad y concentración de cloruros, nitritos, nitratos y sulfatos. Como primera e importante indicación, cabe destacar un clima más cálido de lo habitual, con temperaturas que superan los valores de referencia del periodo normal 1981-2010 en cerca de 1°C, algo menos marcado en el cuadrante suroriental de la comunidad. La primavera y el otoño tuvieron un carácter cálido, mientras que el verano fue muy cálido, registrándose hasta tres episodios de ola de calor, entre finales de junio y comienzos de agosto. En cuanto a las precipitaciones, el año ha sido más seco de lo normal, tras las abundantes precipitaciones del año precedente.

Este comportamiento climatológico puede influir en el comportamiento de la deposición, particularmente en lo que se refiere a su fracción seca, pues una lluvia tras un periodo largo de sequía arrastra la contaminación depositada sobre la vegetación y suele presentar concentraciones elevadas de los distintos solutos; por lo que a priori son de esperar más episodios de este tipo que en campañas anteriores.

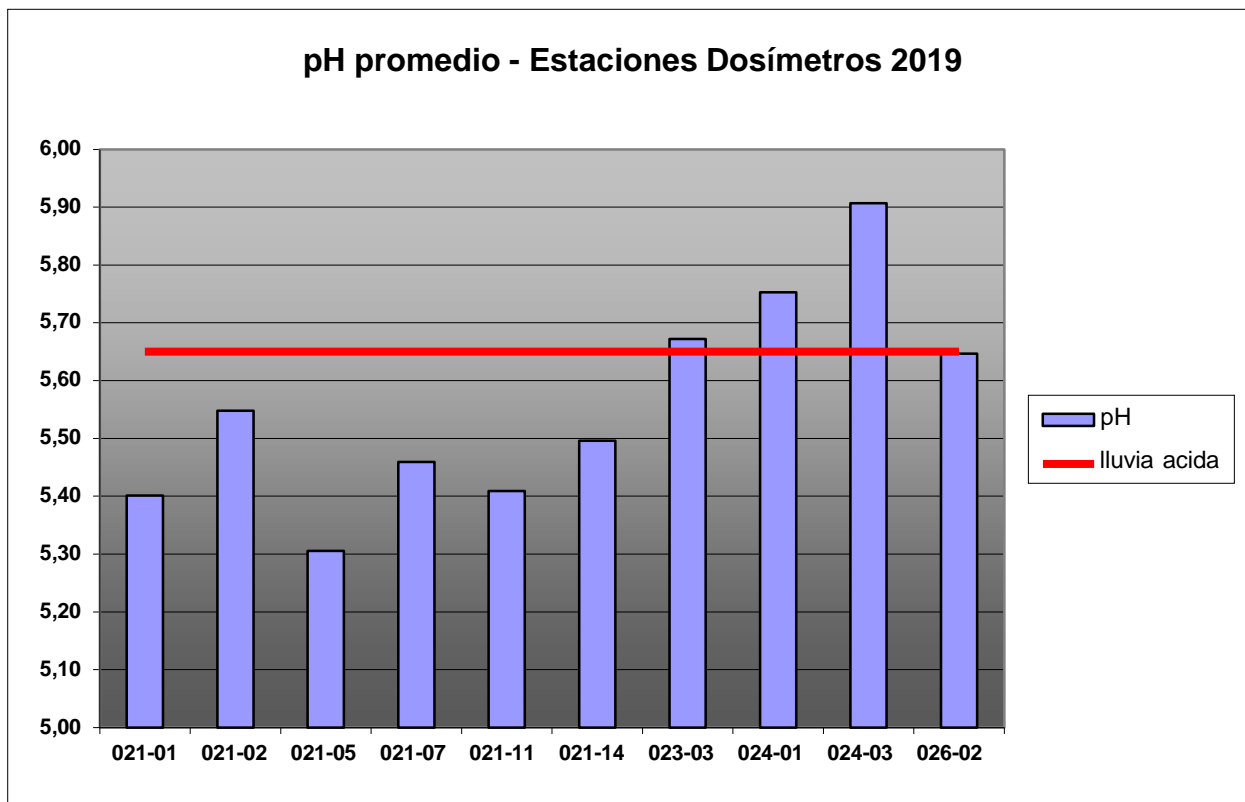
| EST | T.M | Especie | pH | Conductividad (µS/cm) | Cloruros (mg/l) | Nitritos (mg/l) | Nitratos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | N Acidez |
|--------|----------------------------|---------------------|------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 021-01 | San Lorenzo de El Escorial | <i>P.sylvestris</i> | 5,40 | 64,75 | 2,78 | 1,99 | 8,43 | 1,65 | 62,50 |
| 021-02 | Cercedilla | <i>P.sylvestris</i> | 5,55 | 98,91 | 5,97 | 2,32 | 7,88 | 2,27 | 54,55 |
| 021-05 | Rascafría | <i>P.sylvestris</i> | 5,31 | 65,82 | 3,76 | 2,14 | 3,27 | 1,86 | 63,64 |
| 021-07 | Canencia de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 5,46 | 116,81 | 4,27 | 3,29 | 10,24 | 1,99 | 62,50 |
| 021-11 | Braojos | <i>P.sylvestris</i> | 5,41 | 96,33 | 4,04 | 4,59 | 14,00 | 2,55 | 66,67 |
| 021-14 | Montejo de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 5,50 | 106,43 | 4,24 | 3,57 | 8,41 | 2,38 | 64,29 |
| 023-03 | Navas del Rey | <i>P. pinea</i> | 5,67 | 123,80 | 7,91 | 1,18 | 26,28 | 4,87 | 50,00 |
| 024-01 | Alcalá de Henares | <i>P.halepensis</i> | 5,75 | 213,90 | 12,49 | 1,05 | 34,67 | 11,85 | 40,00 |
| 024-03 | Fuentidueña de Tajo | <i>P.halepensis</i> | 5,91 | 63,78 | 3,03 | 2,88 | 9,65 | 6,16 | 44,44 |
| 026-02 | Robledo de Chavela | <i>P. pinaster</i> | 5,65 | 63,00 | 3,61 | 0,11 | 8,73 | 1,75 | 45,45 |

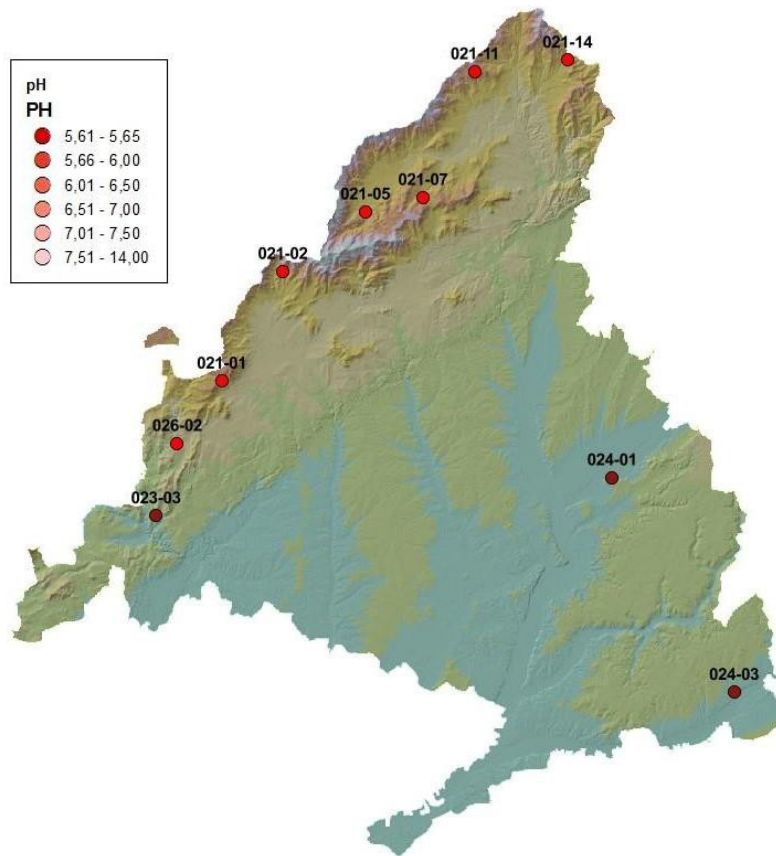
N Acidez: porcentaje de muestreos en que el pH se ha situado por debajo de 5,65, en lo que técnicamente corresponde a "lluvia ácida"

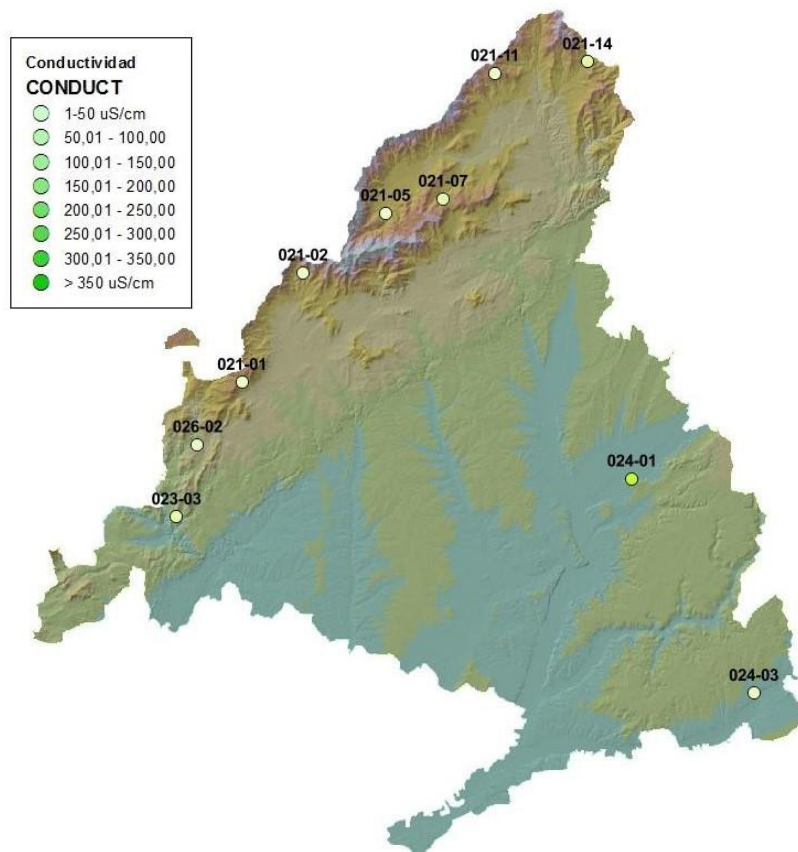
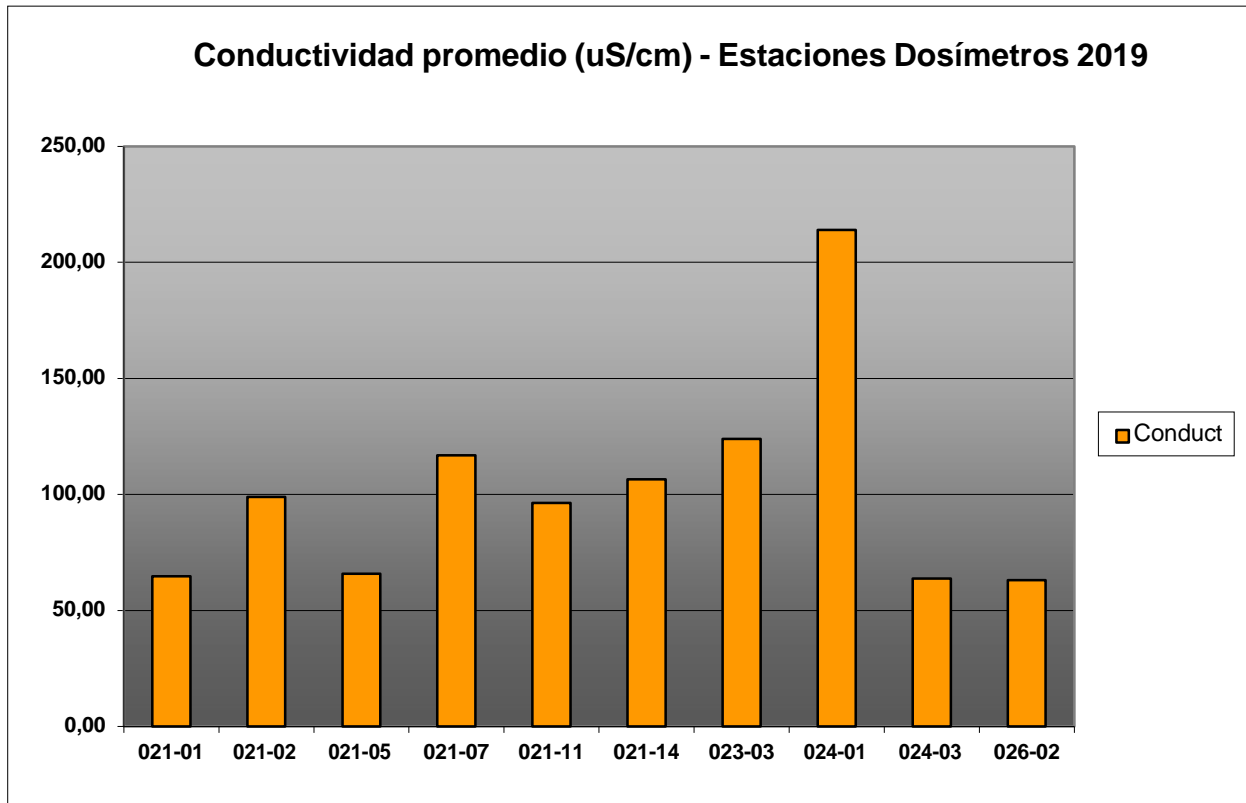
En cuanto al comportamiento de la acidez de la precipitación cabe hacer constar que en todas las parcelas se registran tasas de lluvia ácida superiores a las del año pasado, incrementándose considerablemente en la mitad norte de la sierra, en la alineación El Escorial-Montejo, donde se registran estos episodios en dos de cada tres muestreos. Aún en zonas en las que estos episodios son más esporádicos, como el cuadrante suroriental de la comunidad, se obtienen tasas importantes por encima del 40%. Como puede verse en la tabla anterior, los valores de pH medio de las diferentes estaciones disminuyen

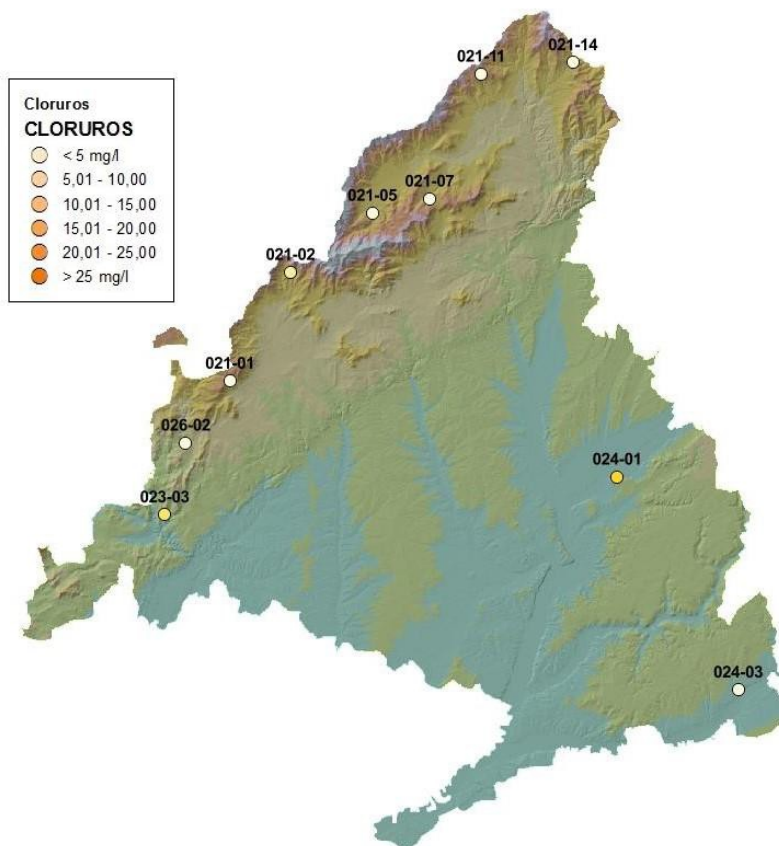
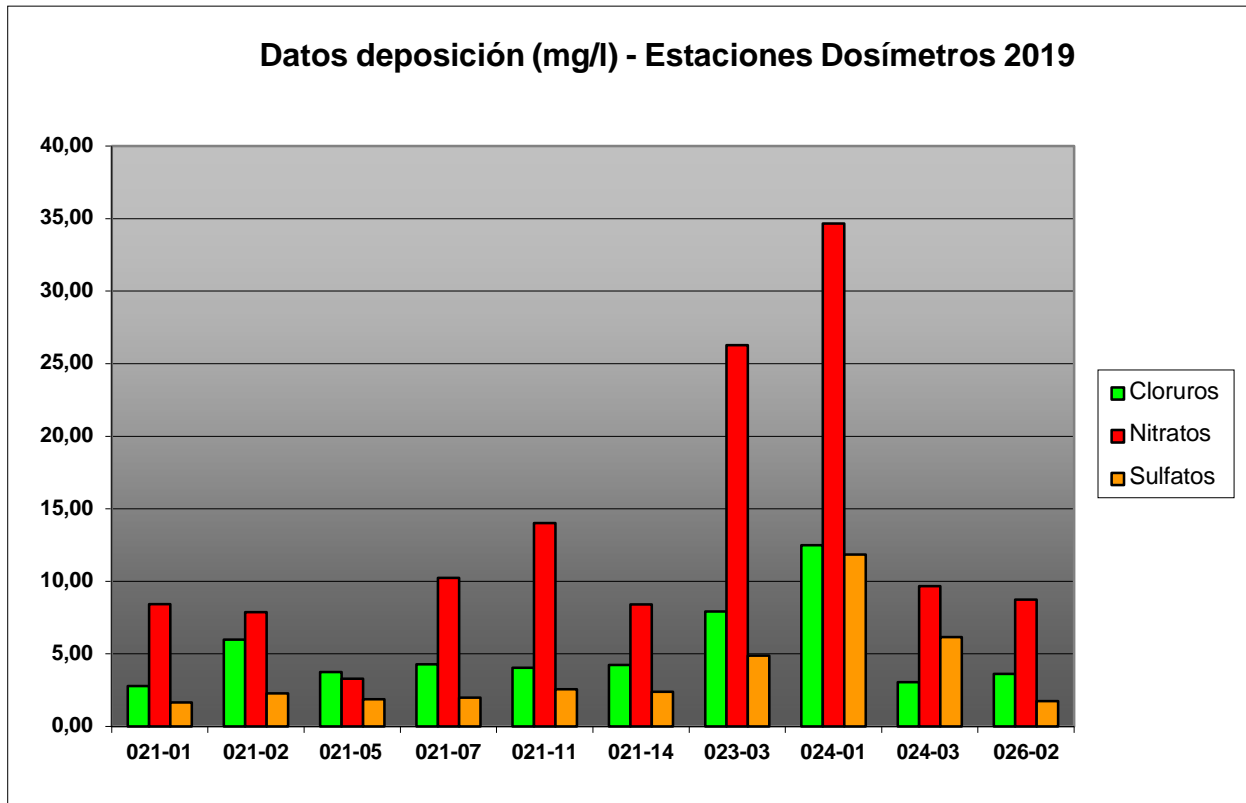
con respecto a la revisión anterior, y en todas las parcelas del extremo norte los valores medios de la serie se sitúan por debajo del umbral de 5,65.

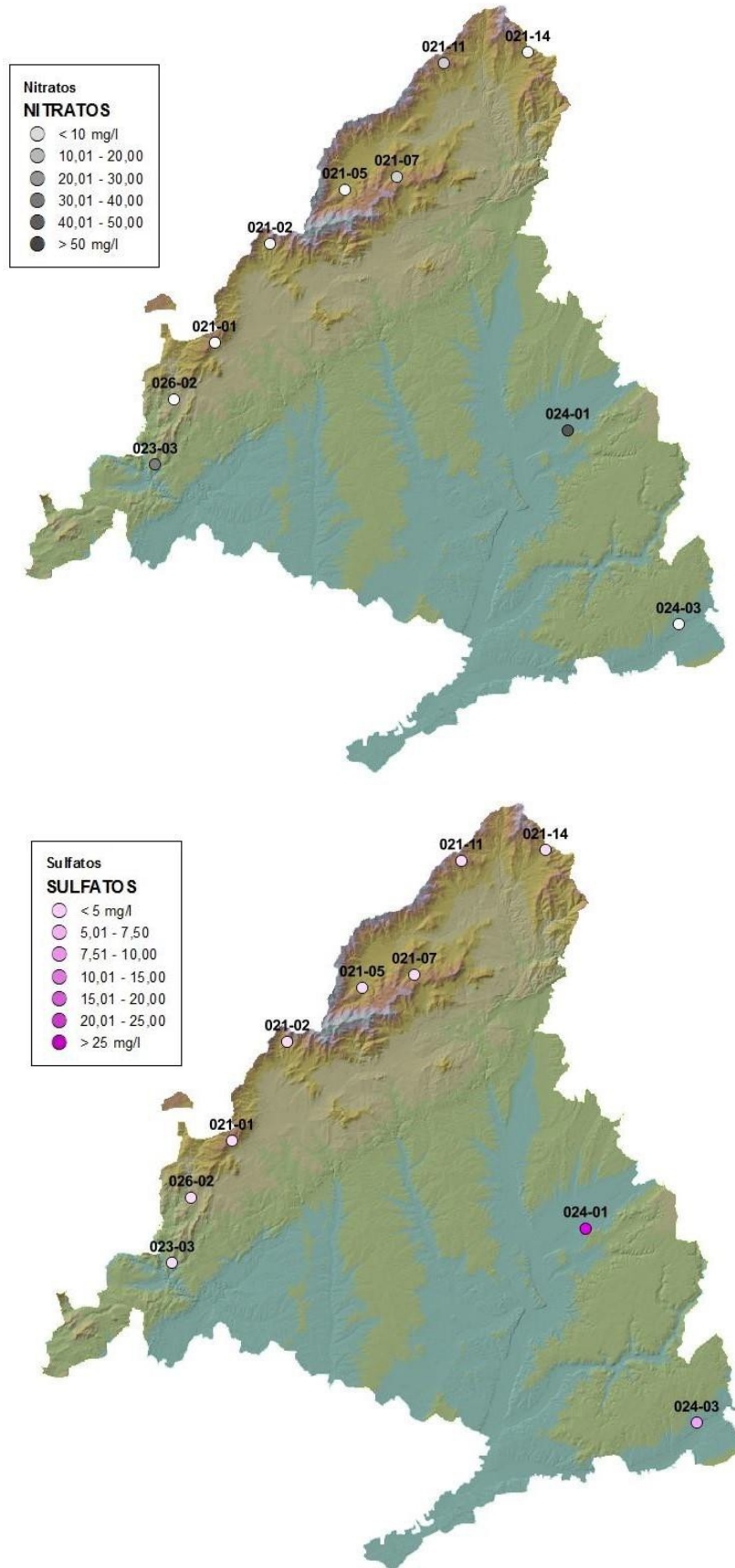
Los valores de conductividad aumentan también en casi todas las estaciones analizadas, a excepción de Rascafría, lo que indica una mayor presencia de aniones en la precipitación posiblemente debido al incremento en las tasas de deposición seca debida a unas peores condiciones climáticas, con mayores episodios de sequía. De hecho en las parcelas de El Escorial, Alcalá de Henares y Fuentidueña de Tajo no se han recogido muestras a lo largo de más de tres meses debido a la falta de precipitación, entre mediados de mayo y mediados de agosto. Como suele ser habitual, la conductividad media más alta se ha encontrado en Alcalá de Henares. En general, y por lo que se refiere al conjunto de aniones analizado, se advierte un incremento en las correspondientes concentraciones, obteniéndose los máximos en la mitad sur de la comunidad.

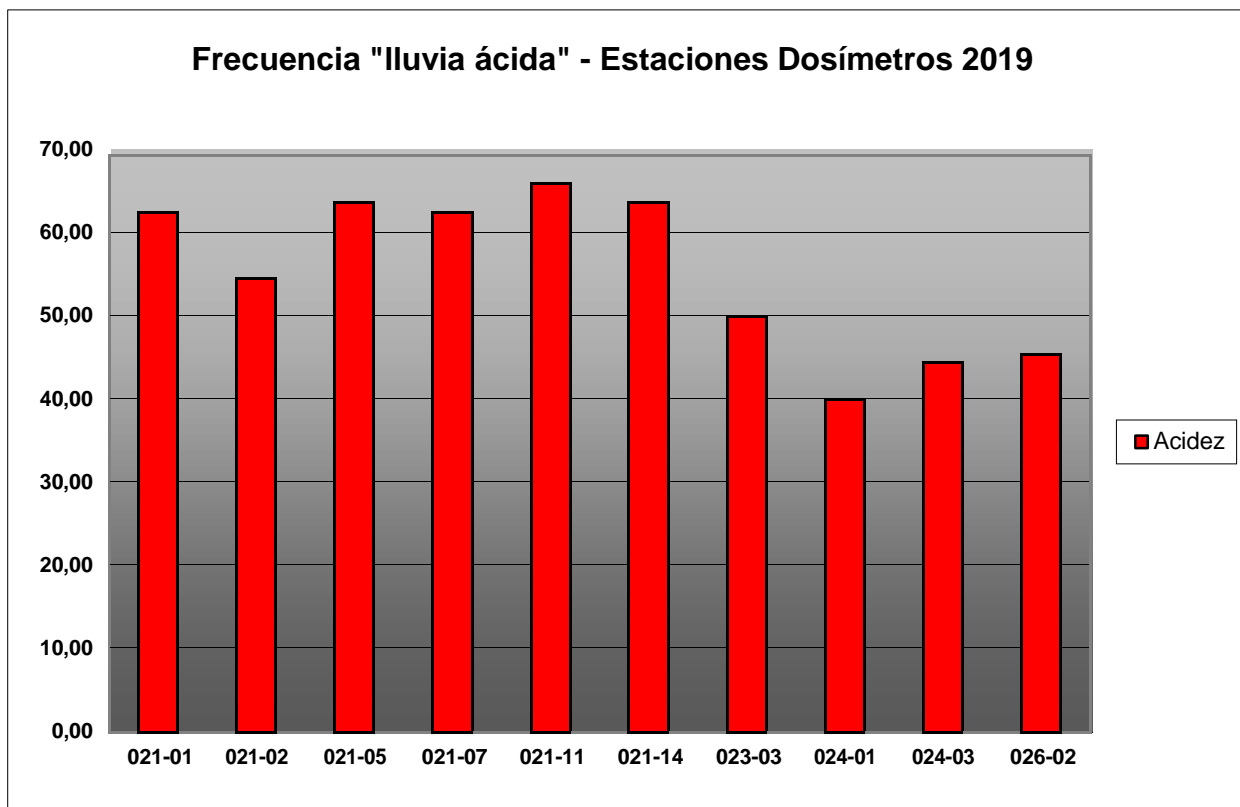










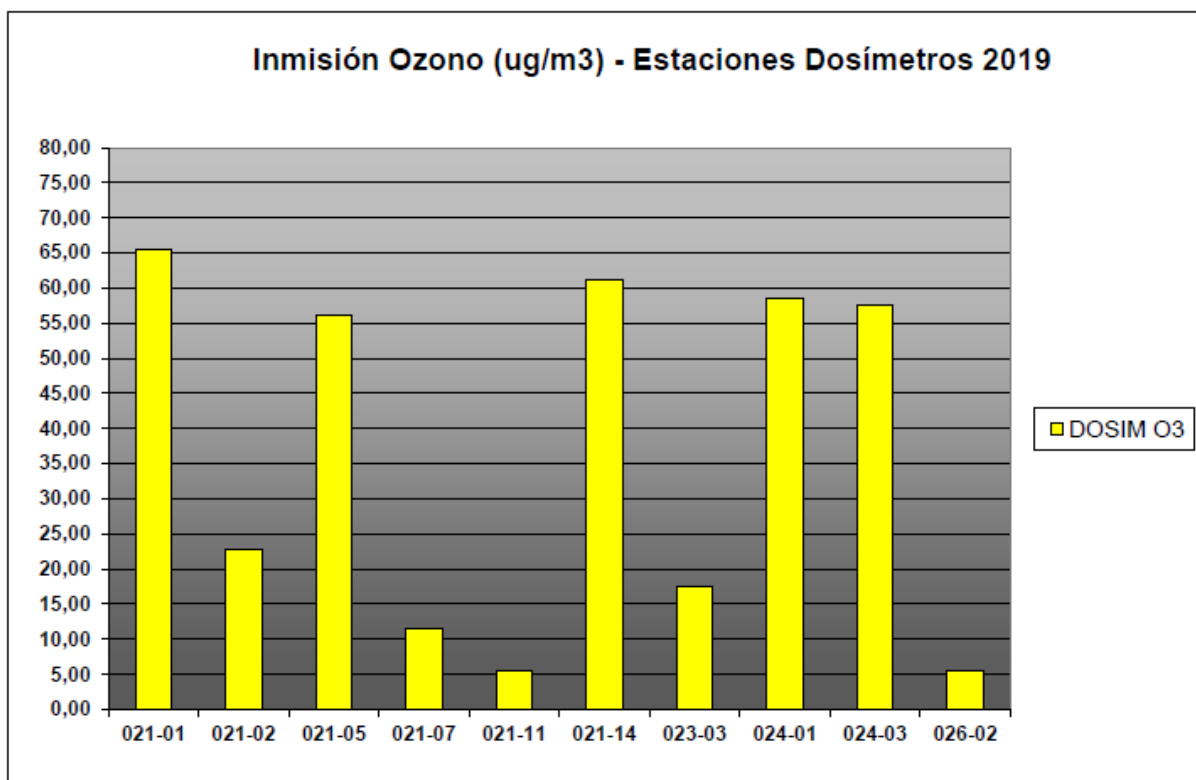


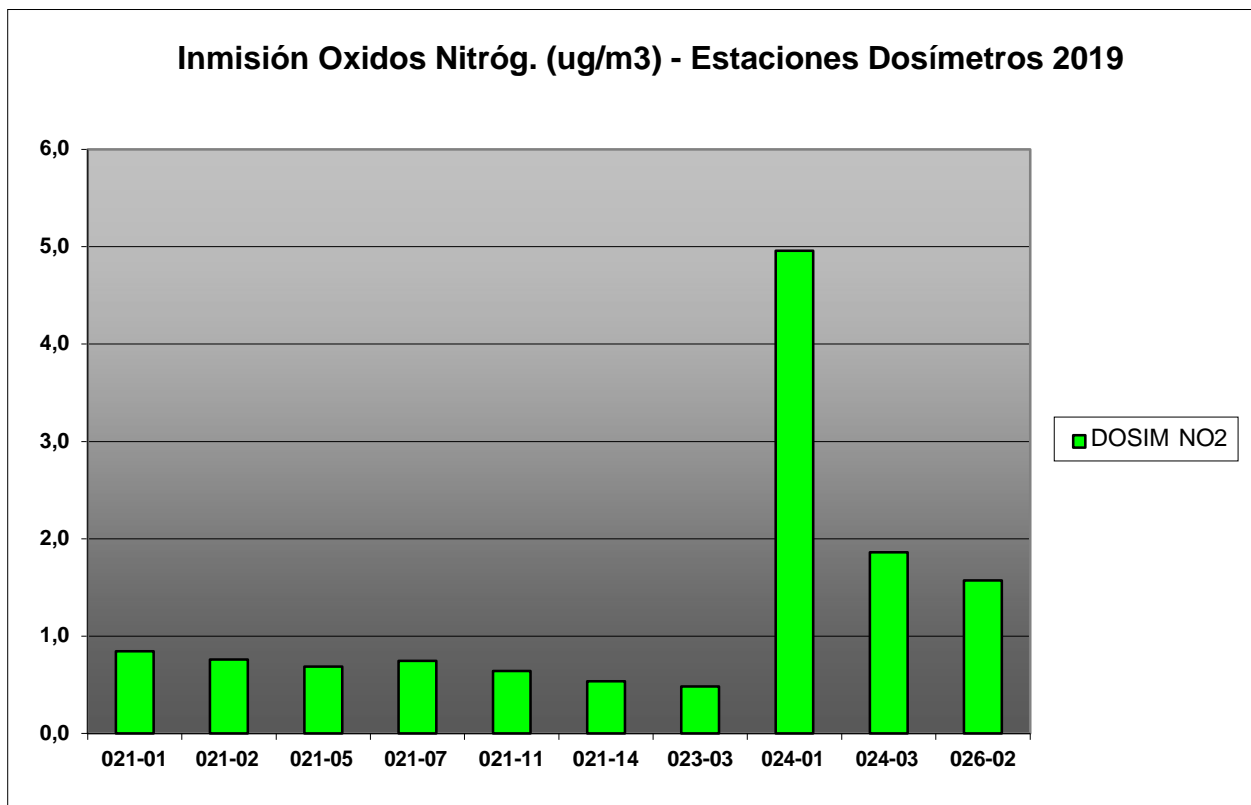
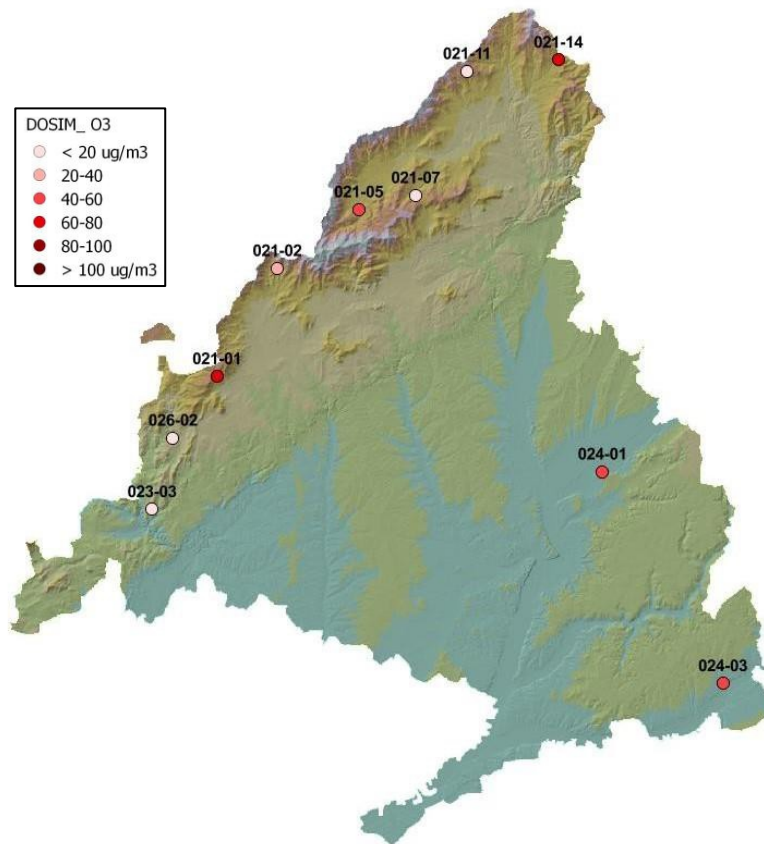
3. ANÁLISIS DE DOSÍMETROS (INMISIÓN).

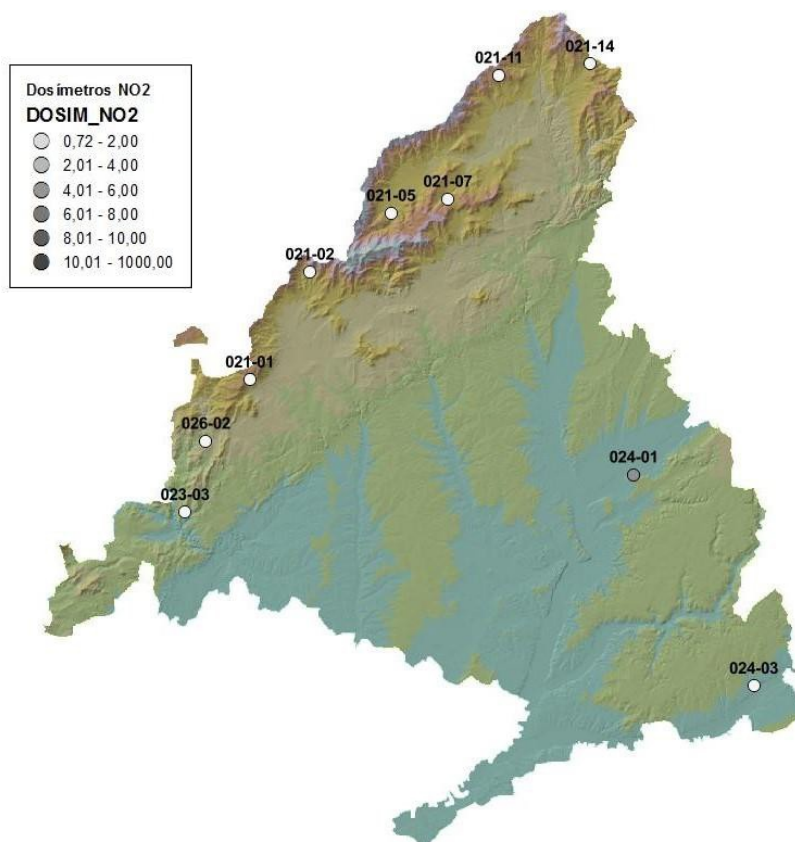
Los niveles de inmisión, de acuerdo con los resultados habidos en los dosímetros pasivos, se recogen en la tabla siguiente:

| EST | T.M | Especie | OZONO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | OXIDOS DE NITROGENO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | |
|--------|----------------------------|---------------------|------------------------------------|--------|--------|--|--------|--------|
| | | | Media | Máximo | Mínimo | Media | Máximo | Mínimo |
| 021-01 | San Lorenzo de El Escorial | <i>P.sylvestris</i> | 65,44 | 88,37 | 29,02 | 0,84 | 2,29 | 0,08 |
| 021-02 | Cercedilla | <i>P.sylvestris</i> | 22,77 | 54,76 | 5,95 | 0,76 | 1,86 | 0,10 |
| 021-05 | Rascafría | <i>P.sylvestris</i> | 56,07 | 79,96 | 33,46 | 0,69 | 1,44 | 0,01 |
| 021-07 | Canencia de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 11,47 | 57,03 | 0,93 | 0,75 | 1,77 | 0,03 |
| 021-11 | Braojos | <i>P.sylvestris</i> | 5,39 | 12,75 | 1,68 | 0,64 | 1,38 | 0,03 |
| 021-14 | Montejo de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 61,09 | 92,42 | 1,32 | 0,54 | 1,51 | 0,01 |
| 023-03 | Navas del Rey | <i>P. pinea</i> | 17,56 | 77,63 | 2,74 | 0,48 | 1,11 | 0,01 |
| 024-01 | Alcalá de Henares | <i>P.halepensis</i> | 58,57 | 94,37 | 4,19 | 4,96 | 10,10 | 0,78 |
| 024-03 | Fuentidueña de Tajo | <i>P.halepensis</i> | 57,62 | 80,30 | 23,72 | 1,86 | 3,39 | 0,64 |
| 026-02 | Robledo de Chavela | <i>P. pinaster</i> | 5,52 | 77,65 | 0,11 | 1,57 | 4,09 | 0,52 |

En cuanto al análisis de dosímetros se observa una disminución general de los niveles de ozono, particularmente en Cercedilla, Canencia, Braojos, Navas del Rey y Robledo de Chavela. Los mayores valores se han registrado en el extremo norte de la comunidad, El Escorial y Cercedilla, debido al modelo general de circulación de vientos madrileño, que se desplaza en un giro antihorario que incide en esa zona de la sierra; mientras que los valores de óxidos de nitrógeno se disponen a lo largo del corredor del Henares, Alcalá y Fuentidueña, en las inmediaciones del gran área industrial de la zona, sin descartar el efecto que puede tener también su situación bajo el corredor aéreo del Aeropuerto de Barajas. Los niveles de óxidos de nitrógeno se han reducido ligeramente respecto a la revisión anterior.







4. ANÁLISIS FOLIAR.

Se incluyen a continuación los resultados de los 10 puntos examinados (tomándose como valor indicativo el correspondiente a la media de las medidas de 2018 y 2019 analizadas).

| EST | T.M | Especie | S total (µg/g MS) | S orgánico (µg/g MS) | S hidrosol (µg/g MS) | Sh/So | % Exceso patrón | Moteado clorótico O ₃ (%) |
|--------|----------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------|-----------------|--------------------------------------|
| 021-01 | San Lorenzo de El Escorial | <i>P.sylvestris</i> | 999,32 | 48,07 | 951,24 | 0,05 | 39,34 | 55 |
| 021-02 | Cercedilla | <i>P.sylvestris</i> | 1.139,11 | 43,40 | 1.095,71 | 0,04 | 58,83 | 35 |
| 021-05 | Rascafría | <i>P.sylvestris</i> | 1.053,81 | 27,93 | 1.025,88 | 0,03 | 46,94 | 30 |
| 021-07 | Canencia de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 1.024,02 | 118,40 | 905,62 | 0,13 | 42,78 | 40 |
| 021-11 | Braojos | <i>P.sylvestris</i> | 958,28 | 51,51 | 906,77 | 0,06 | 33,62 | 55 |
| 021-14 | Montejo de la Sierra | <i>P.sylvestris</i> | 1.188,64 | 268,39 | 920,25 | 0,34 | 65,74 | 45 |
| 023-03 | Navas del Rey | <i>P. pinea</i> | 1.975,68 | 200,25 | 1.775,43 | 0,12 | 86,52 | 10 |
| 024-01 | Alcalá de Henares | <i>P.halepensis</i> | 1.090,74 | 136,06 | 954,68 | 0,16 | 16,30 | 25 |
| 024-03 | Fuentidueña del Tajo | <i>P.halepensis</i> | 1.080,05 | 104,94 | 975,11 | 0,12 | 15,16 | 35 |
| 026-02 | Robledo de Chavela | <i>P. pinaster</i> | 1.235,07 | 289,20 | 945,88 | 0,45 | 48,77 | 25 |

En cuanto al análisis de muestras foliares destaca que en todos los casos se ha superado el valor patrón de azufre para cada especie (valor de contenido de azufre total en puntos teóricamente no contaminados, umbral a partir del cual puede considerarse que hay una afección por este contaminante). Los resultados son particularmente elevados en Montejo de la Sierra, Navas del Rey y Cercedilla, mientras que las desviaciones son menores en la alineación Alcalá de Henares-Fuentidueña de Tajo.

Las parcelas con mayor moteado clorótico asociado al ozono troposférico son Brajos, El Escorial y Montejo de la Sierra, ambas sobre pino silvestre, y presentando los menores valores Alcalá de Henares, Robledo de Chavela y Navas del Rey, sobre el resto de las especies de pino evaluadas; lo que podría indicar una diferente sensibilidad al contaminante; en un patrón muy similar al observado en la pasada revisión y que podría indicar un modelo de distribución espacial de los daños.

