



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

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

#### **INFORME RESUMEN**

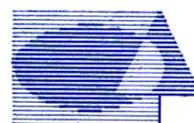
**AÑO 2022**



**Comunidad  
de Madrid**

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE,  
AGRICULTURA E INTERIOR

**Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal**  
Sección de Defensa Fitosanitaria



**Tecmena, S.L.**  
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

## 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 2022, dentro del proyecto *Evaluación de la Red SESMAF y Contaminación en Pinares (EXPTE. A/SER-037438/2021 (8-C/22))*. Con respecto a la presente revisión cabe hacer constar que es la primera efectuada desde 2019 sin restricciones a la movilidad del tráfico rodado debidas a la pandemia COVID-19 y que, debido a la tramitación administrativa del contrato de referencia, el número de muestreos se ha visto reducido.

## 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 mucho más cálido de lo habitual, con temperaturas que superan los valores de referencia del periodo normal 1981-2010 en más de 1,5°C, presentando carácter extremadamente cálido en prácticamente toda la península, siendo de hecho el año más cálido desde el inicio de la serie. Se registraron así hasta tres olas de calor a lo largo del verano, entre el 12 y 18 de junio, entre el 9 y 26 de julio y entre el 30 de julio y el 15 de agosto, solapándose estas dos últimas en un episodio anormalmente cálido de más de un mes de duración. En cuanto a las precipitaciones el año fue normal en la mayoría de la comunidad, con un carácter más húmedo en la mitad sur de la sierra de Guadarrama (El Escorial-Robledo de Chavela-Navas del Rey) y más seco en el extremo oriental. Estacionalmente las lluvias se produjeron a lo largo de la primavera, con un verano y otoño más secos de lo normal, fuera de episodios de fuertes lluvias registradas a lo largo de la primera quincena de septiembre.

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 menos episodios de este tipo que en campañas anteriores.

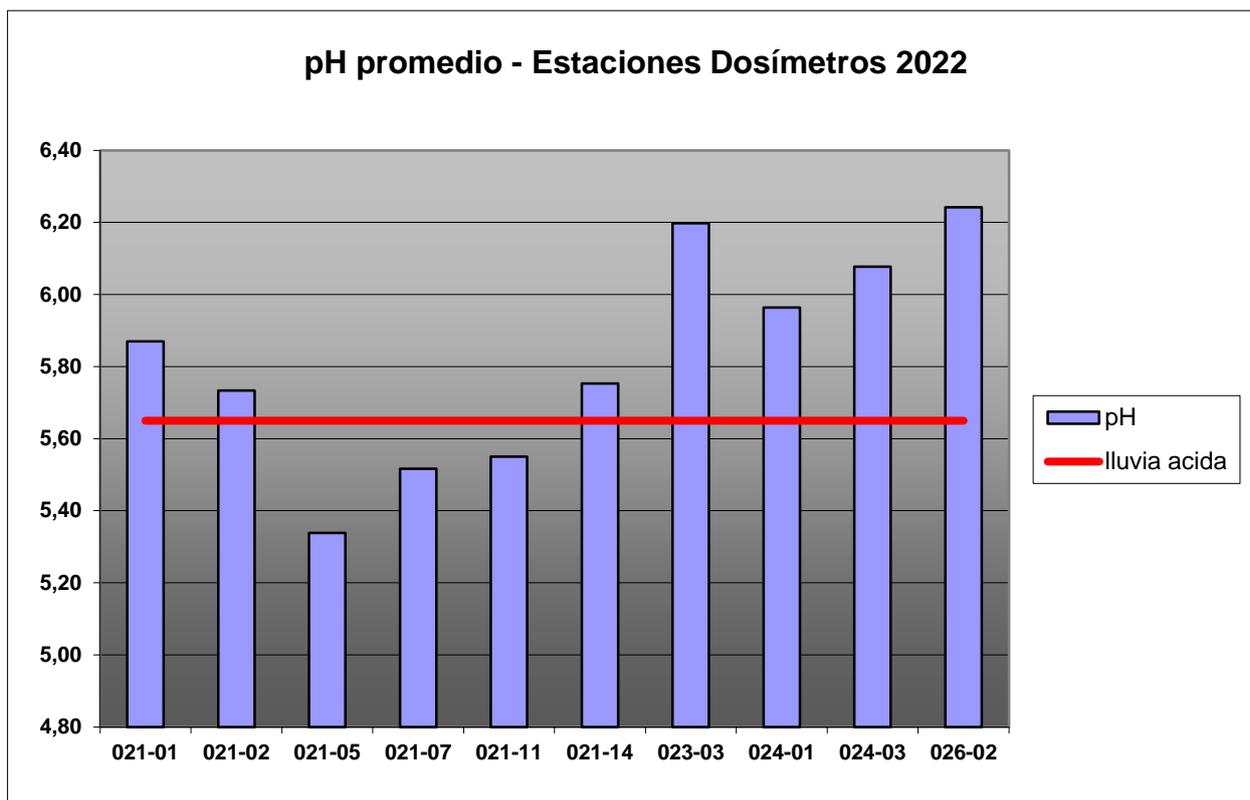
EST	T.M	Especie	pH	Conductividad (µS/cm)	Cloruros (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	N Acidez
021-01	San Lorenzo de El Escorial	<i>P.sylvestris</i>	5,87	75,20	2,85		4,84	1,40	20,00
021-02	Cercedilla	<i>P.sylvestris</i>	5,73	142,83	4,14		3,49	3,29	50,00
021-05	Rascafría	<i>P.sylvestris</i>	5,34	81,40	3,72		4,59	1,37	40,00
021-07	Canencia de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	5,52	55,50	1,45		0,95	0,95	66,67
021-11	Braojos	<i>P.sylvestris</i>	5,55	44,40	1,43		0,89	0,83	60,00
021-14	Montejo de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	5,75	62,67	1,88		6,76	1,72	66,67
023-03	Navas del Rey	<i>P. pinea</i>	6,20	65,60	5,04		8,24	4,02	20,00
024-01	Alcalá de Henares	<i>P.halepensis</i>	5,96	151,00	6,35		35,18	13,67	0,00
024-03	Fuentidueña de Tajo	<i>P.halepensis</i>	6,08	197,75	6,63		26,25	15,11	0,00
026-02	Robledo de Chavela	<i>P. pinaster</i>	6,24	49,33	2,18		4,41	2,68	33,33

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, se observa en general que aumentan las tasas de lluvia ácida en prácticamente todas las parcelas, reduciéndose ligeramente sólo en El Escorial y destacando el incremento habido en Canencia, Braojos y Robledo de Chavela, si bien la diferencia de muestras obtenidas en el año previo resta precisión a las observaciones. Se advierte también, al igual que en 2021, una ligera reducción del pH en casi todas las parcelas. En la presente revisión las precipitaciones más ácidas en su conjunto se han registrado en Rascafría, Canencia y Braojos, donde el valor medio se ha situado por debajo del umbral de 5.65, siguiendo el comportamiento habitual en la Comunidad de Madrid, mientras que los mayores valores se han obtenido en Alcalá de Henares, Fuentidueña de Tajo y Robledo de Chavela.

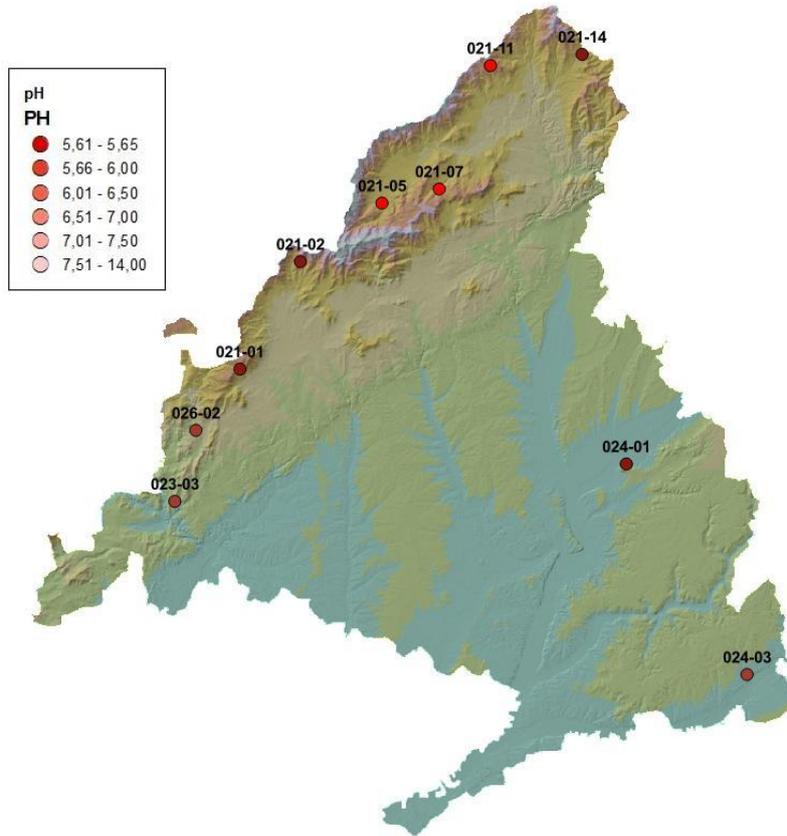
Los valores de conductividad se incrementan en casi todas las parcelas analizadas, destacando Cercedilla y Fuentidueña de Tajo mientras se reducen apreciablemente en Navas del Rey. Como suele ser habitual, la conductividad media más alta se ha encontrado a lo largo del corredor del Henares, zona de mayor concentración industrial y tráfico de la comunidad, destacando también en la presente revisión las tasas elevadas encontradas en Cercedilla durante la primera mitad del periodo de muestreo, lo que descarta un episodio puntual.

Por lo que se refiere al conjunto de aniones analizado, destaca el considerable incremento de aniones en Alcalá de Henares y Fuentidueña de Tajo, si bien el número de muestreos analizados en la presente campaña es considerablemente inferior al del año previo.



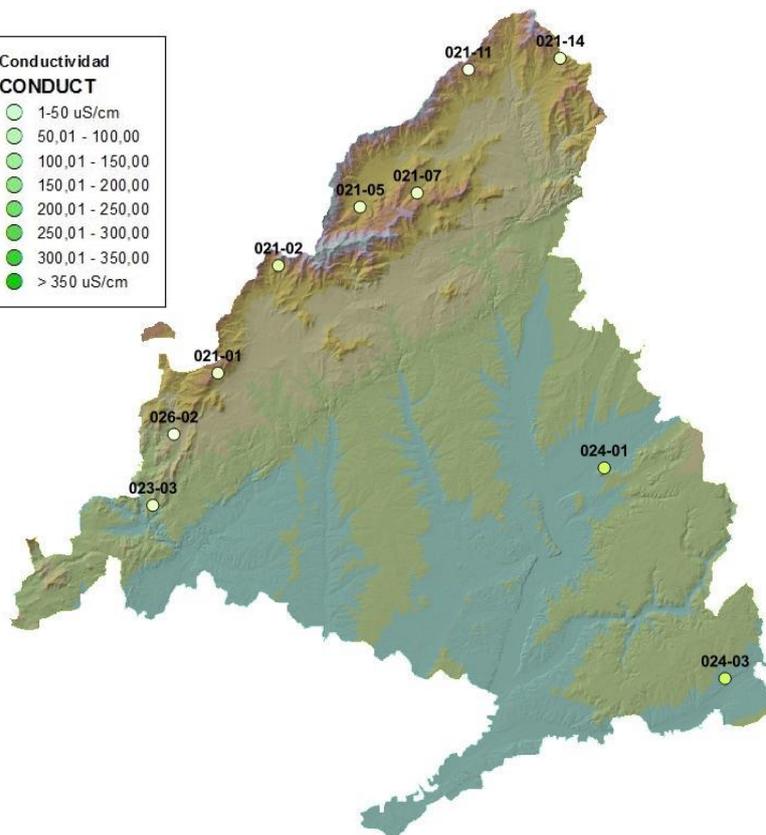
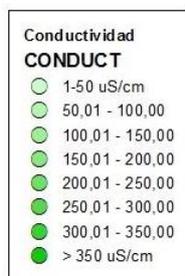
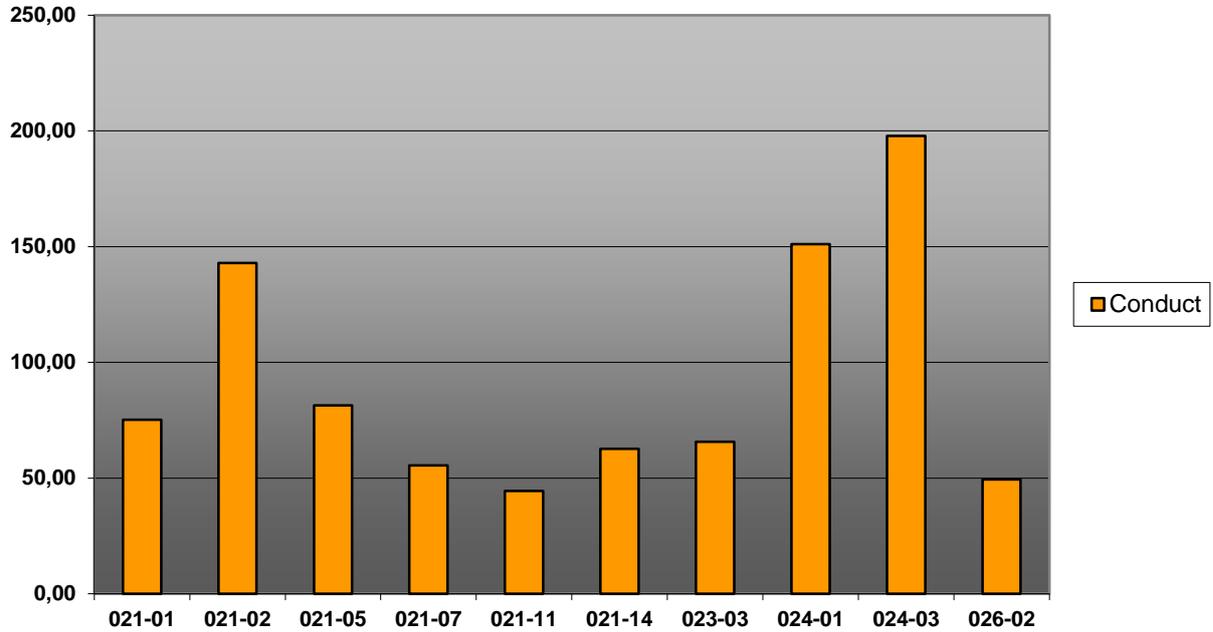


# MEDICION DE NIVELES DE CONTAMINACION MEDIANTE DOSIMETROS PASIVOS EN PINARES. INFORME RESUMEN - AÑO 2022



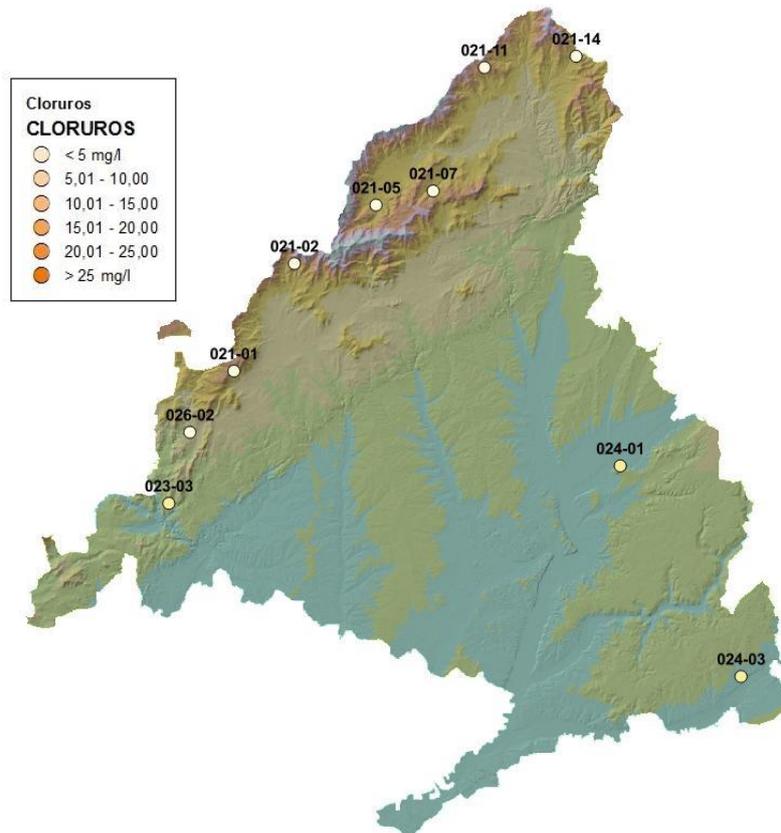
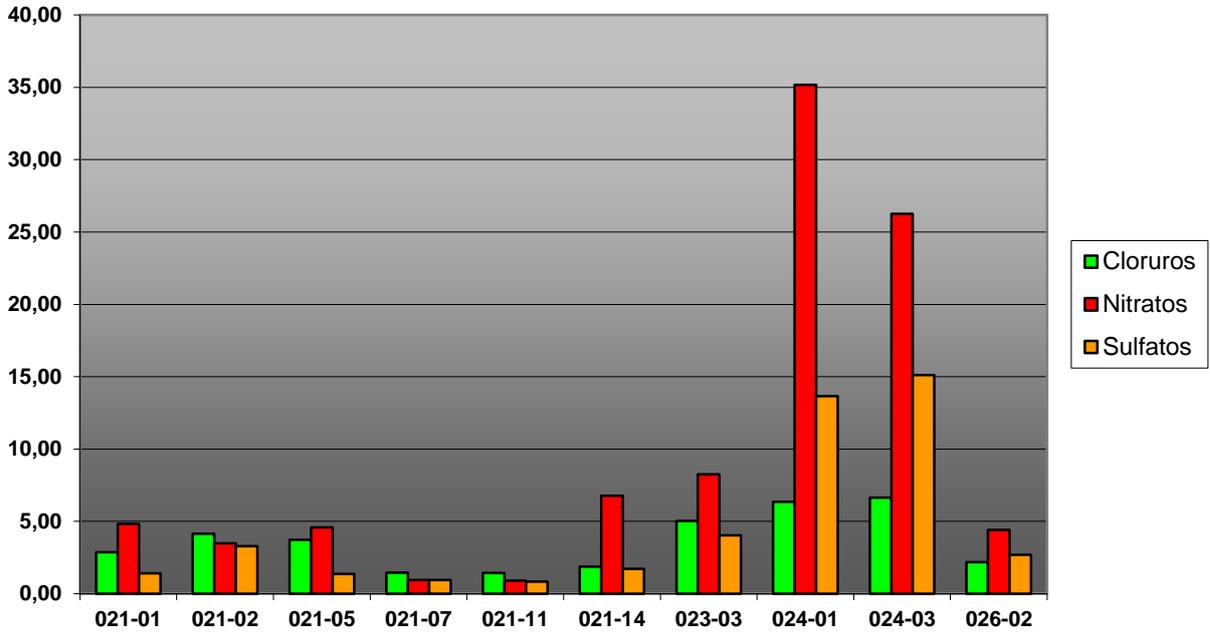


### Conductividad promedio (uS/cm) - Estaciones Dosímetros 2022



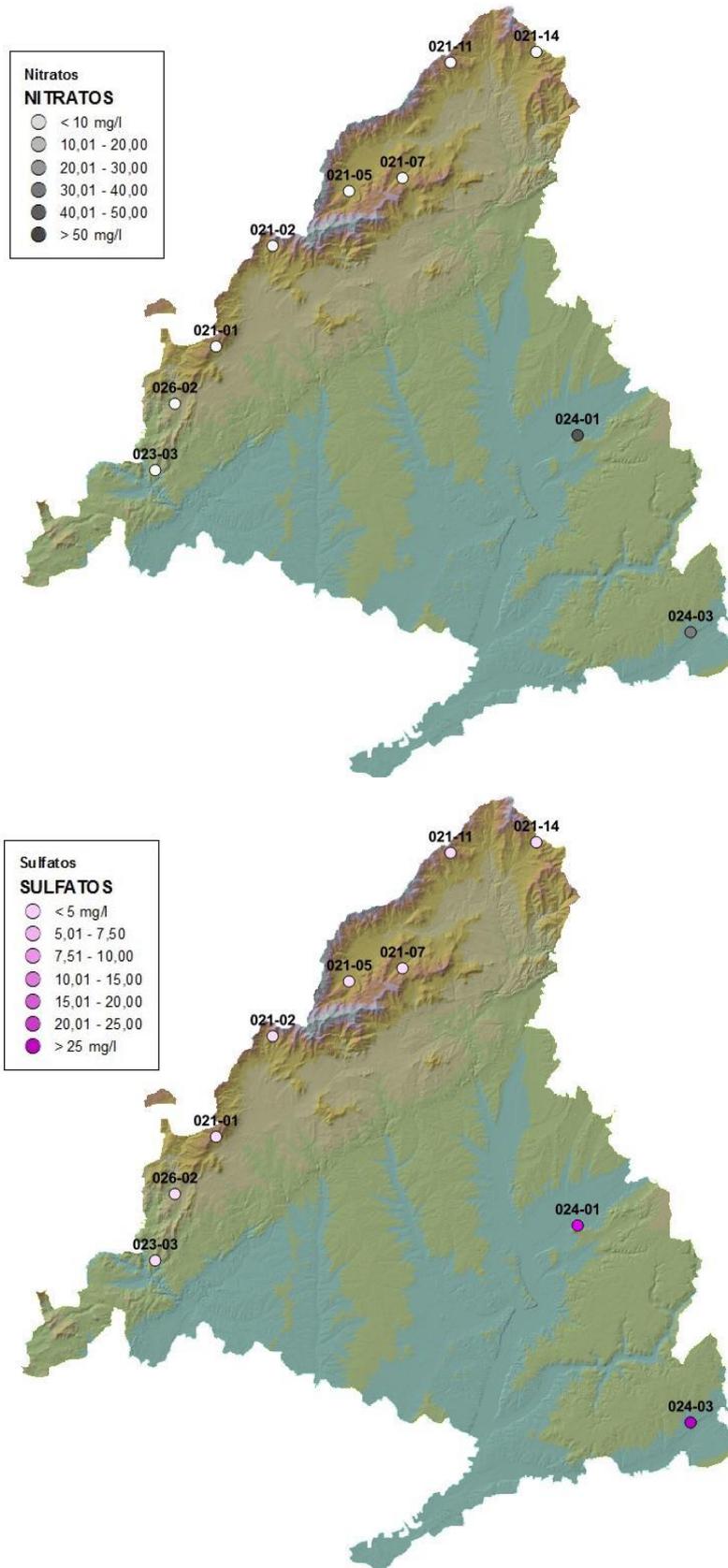


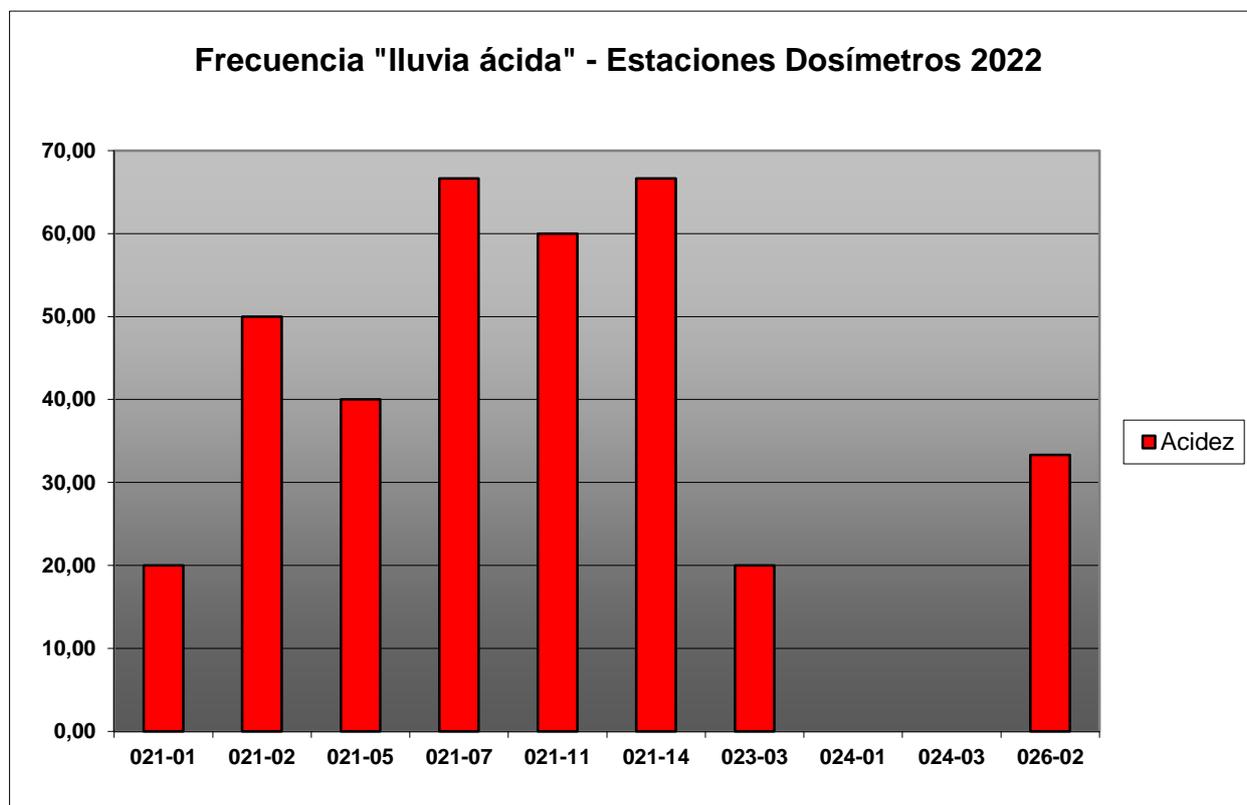
## Datos deposición (mg/l) - Estaciones Dosímetros 2022





# MEDICION DE NIVELES DE CONTAMINACION MEDIANTE DOSIMETROS PASIVOS EN PINARES. INFORME RESUMEN - AÑO 2022





### 3. ANÁLISIS DE DOSÍMETROS (INMISIÓN).

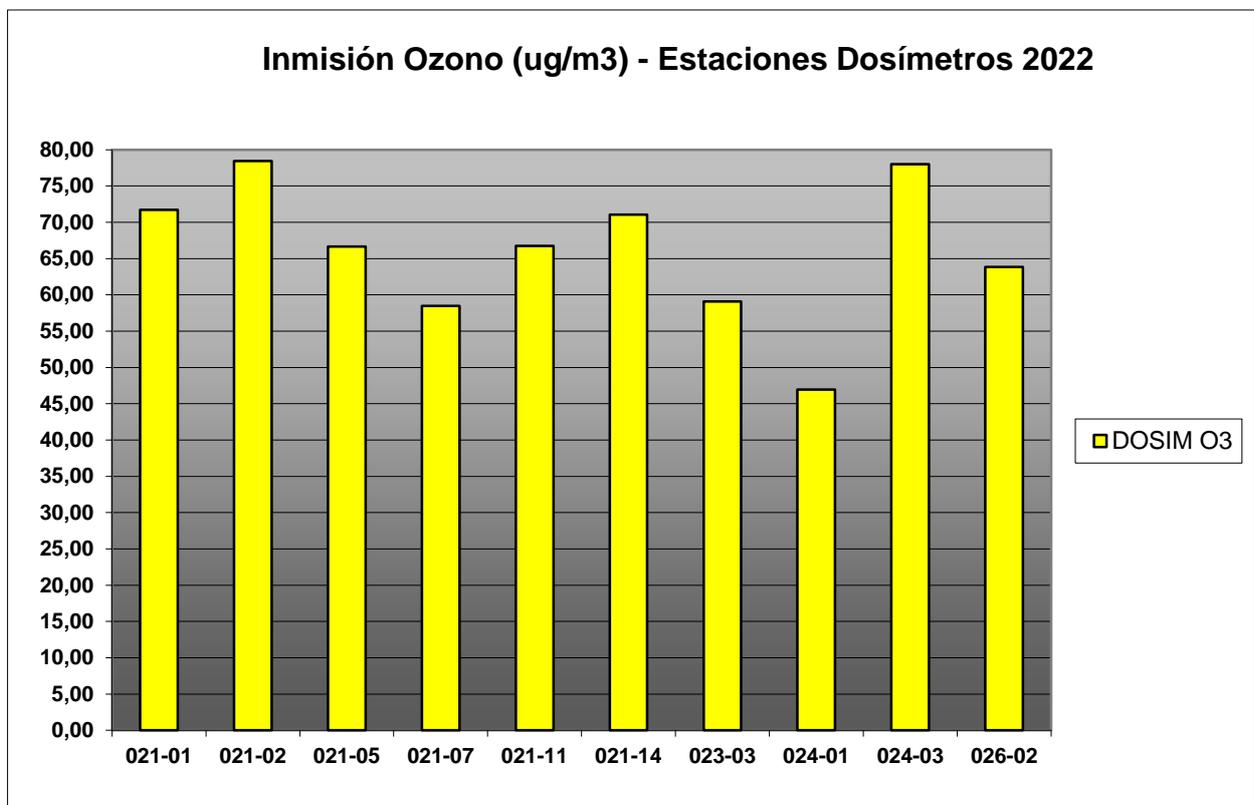
Los niveles de inmisión, de acuerdo con los resultados habidos en los dosímetros pasivos, se recogen en la tabla siguiente:

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>	71,70	97,34	20,33	0,80	1,39	0,04
021-02	Cercedilla	<i>P.sylvestris</i>	78,43	128,90	35,86	0,79	1,28	0,10
021-05	Rascafría	<i>P.sylvestris</i>	66,65	92,17	26,23	0,60	1,19	0,01
021-07	Canencia de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	58,46	72,11	29,35	1,27	1,96	0,04
021-11	Braojos	<i>P.sylvestris</i>	66,73	113,19	32,53	0,54	1,17	0,09
021-14	Montejo de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	71,06	102,79	33,40	0,59	1,13	0,06
023-03	Navas del Rey	<i>P. pinea</i>	59,09	84,17	33,64	1,31	2,26	0,12
024-01	Alcalá de Henares	<i>P.halepensis</i>	46,95	76,10	20,54	6,09	8,77	1,10
024-03	Fuentidueña de Tajo	<i>P.halepensis</i>	78,00	136,73	12,08	2,38	2,87	1,87
026-02	Robledo de Chavela	<i>P. pinaster</i>	63,82	91,25	25,20	1,50	2,46	0,12



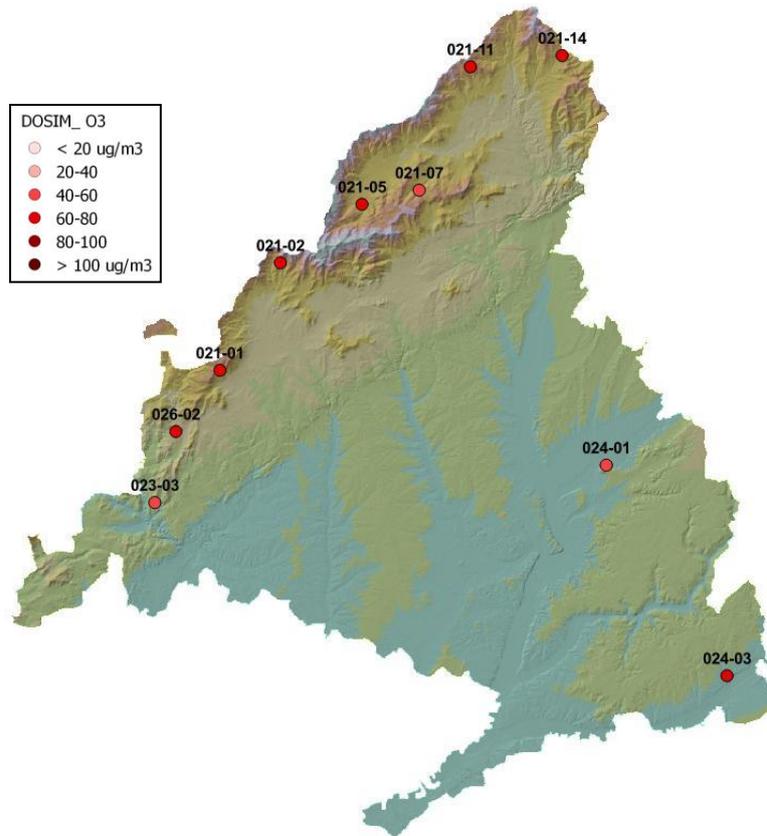
En cuanto al análisis de dosímetros se observa un aumento en los valores de inmisión para ozono en casi todas las estaciones analizadas, a excepción de Navas del Rey y Alcalá de Henares, mientras que los valores de óxidos de nitrógeno se mantienen en niveles similares a los del año previo.

Los mayores valores de ozono se han registrado en la mitad norte de la comunidad, El Escorial, Cercedilla y Montejo, debido al modelo general de circulación de vientos madrileño, que se desplaza en un giro antihorario que incide en esa zona de la sierra, incrementándose apreciablemente también en Fuentidueña de Tajo; mientras que los mayores 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, en un comportamiento muy similar al observado en anteriores campañas.



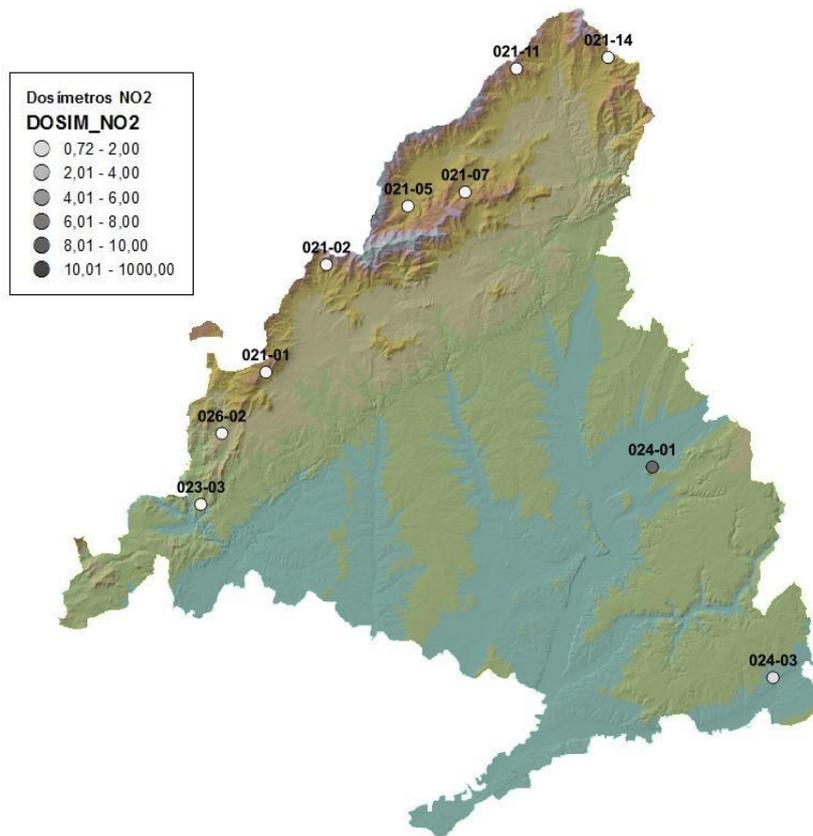
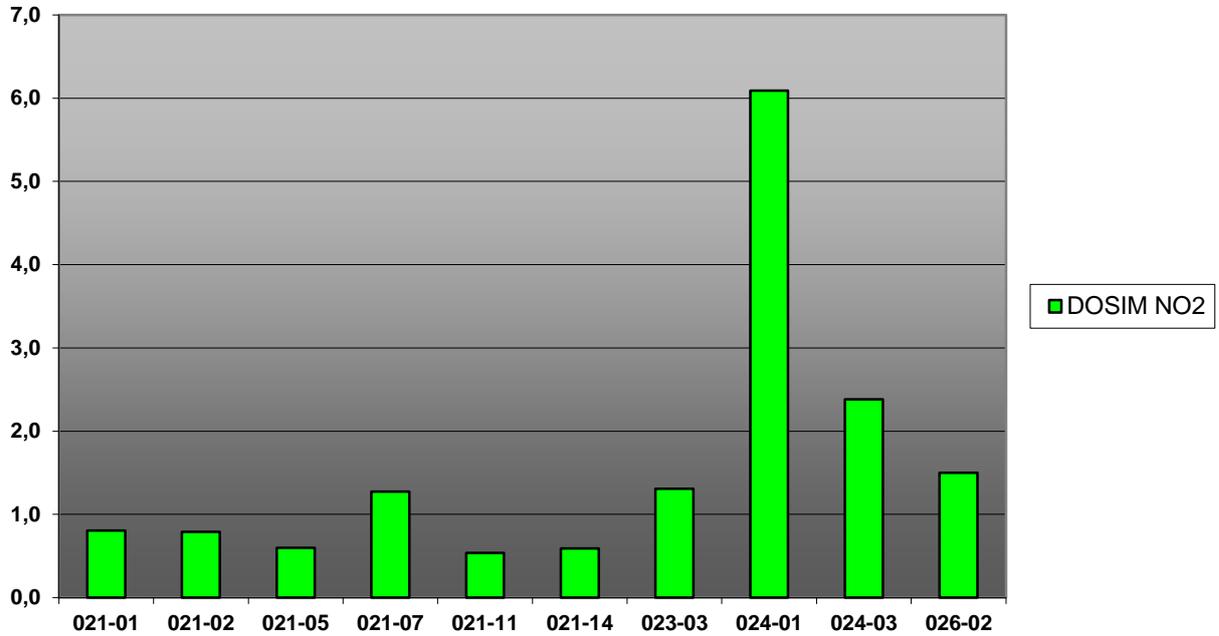


# MEDICION DE NIVELES DE CONTAMINACION MEDIANTE DOSIMETROS PASIVOS EN PINARES. INFORME RESUMEN - AÑO 2022





## Inmisión Oxidos Nitróg. (ug/m3) - Estaciones Dosímetros 2022



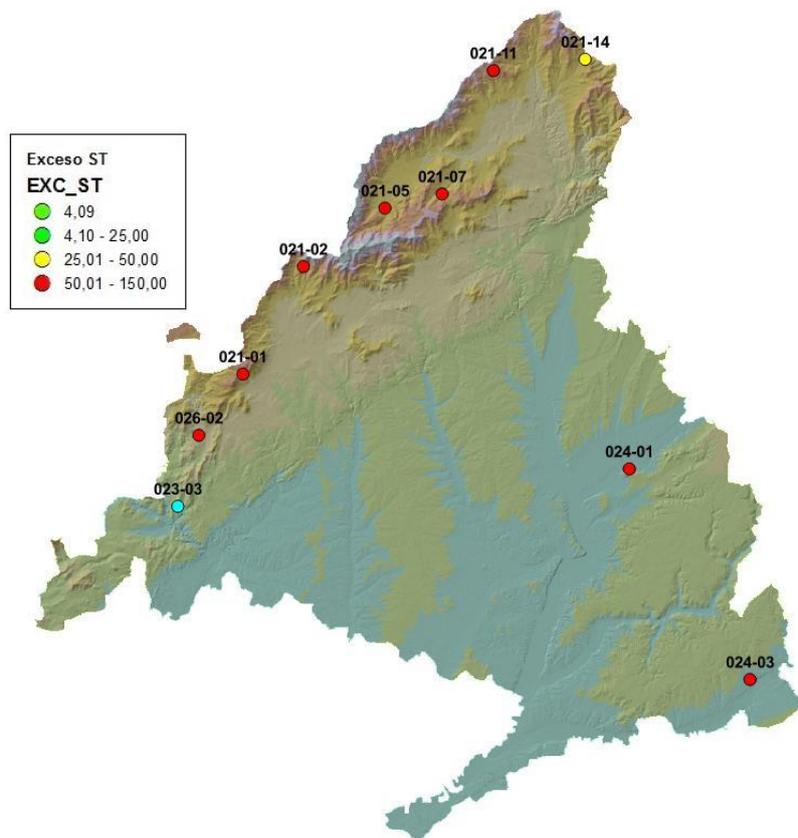
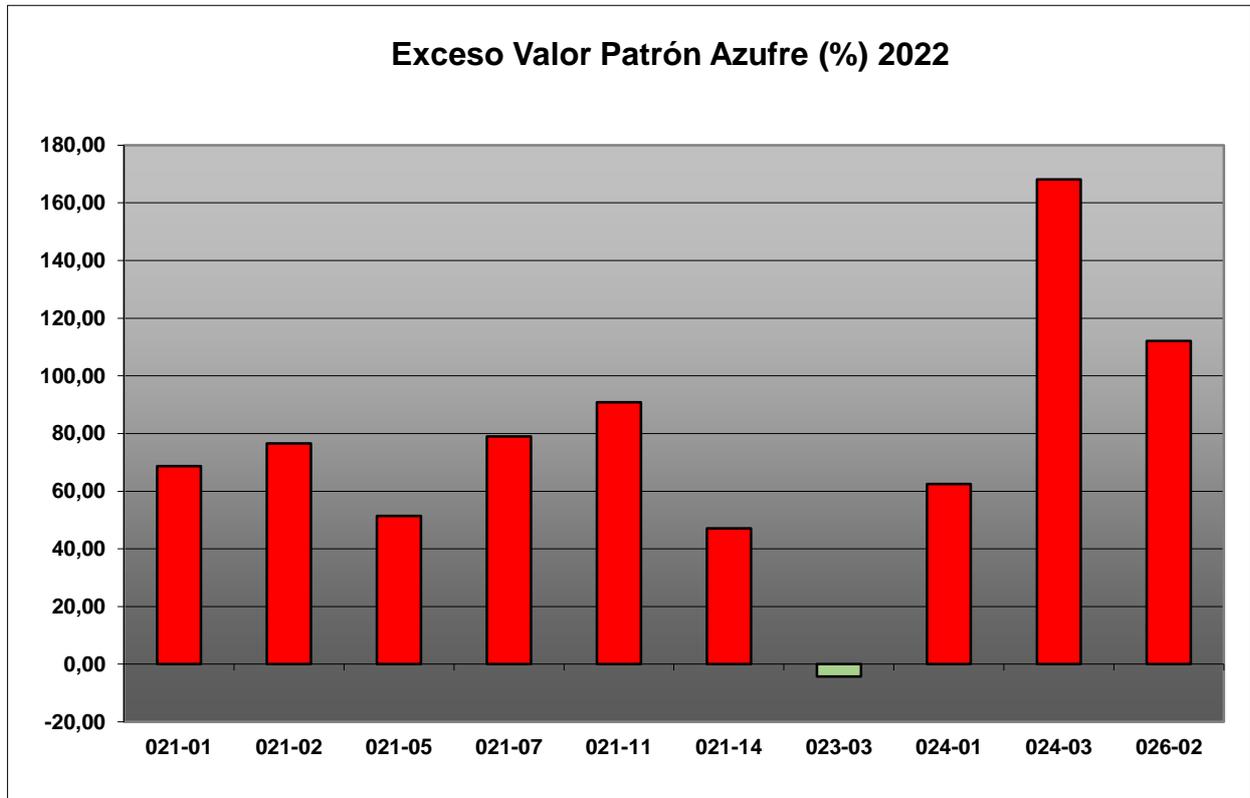
#### 4. ANÁLISIS FOLIAR.

Se incluyen a continuación los resultados de los 10 puntos examinados (tomándose como valor indicativo el correspondiente a la media de las medidas de 2021 y 2022 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 <sub>3</sub> (%)
021-01	San Lorenzo de El Escorial	<i>P.sylvestris</i>	1.209,64	1.135,26	74,38	0,07	<b>68,67</b>	65
021-02	Cercedilla	<i>P.sylvestris</i>	1.266,43	1.221,44	44,99	0,04	<b>76,58</b>	35
021-05	Rascafría	<i>P.sylvestris</i>	1.085,79	1.070,80	14,99	0,01	<b>51,40</b>	25
021-07	Canencia de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	1.283,63	1.177,34	106,29	0,09	<b>78,98</b>	45
021-11	Braojos	<i>P.sylvestris</i>	1.368,63	1.327,31	41,32	0,03	<b>90,84</b>	55
021-14	Montejo de la Sierra	<i>P.sylvestris</i>	1.054,66	1.012,34	42,32	0,04	<b>47,06</b>	50
023-03	Navas del Rey	<i>P. pinea</i>	1.013,79	977,48	36,31	0,04	<b>-4,29</b>	15
024-01	Alcalá de Henares	<i>P.halepensis</i>	1.523,47	1.358,13	165,34	0,12	<b>62,44</b>	25
024-03	Fuentidueña del Tajo	<i>P.halepensis</i>	2.514,84	1.712,80	802,04	0,46	<b>168,15</b>	35
026-02	Robledo de Chavela	<i>P. pinaster</i>	1.760,62	1.410,70	349,92	0,26	<b>112,07</b>	25

En cuanto al análisis de muestras foliares destaca que en casi 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), a excepción de Navas del Rey. Los resultados son particularmente elevados en Fuentidueña de Tajo, Robledo de Chavela, Braojos, Canencia y Cercedilla. La mayoría de las muestras analizadas presentan mayores contenidos de azufre que en la campaña anterior, reduciéndose tan sólo en Rascafría y Montejo de la Sierra e incrementándose apreciablemente en Canencia, Braojos, Alcalá de Henares y Fuentidueña de Tajo.

Las parcelas con mayor moteado clorótico asociado al ozono troposférico son Braojos, El Escorial, Montejo de la Sierra y Canencia, todas sobre pino silvestre, y presentando los menores valores Navas del Rey, advirtiéndose un patrón muy similar al observado en revisiones anteriores y que podría indicar un modelo de distribución espacial de los daños.





Comunidad  
de Madrid

# MEDICION DE NIVELES DE CONTAMINACION MEDIANTE DOSIMETROS PASIVOS EN PINARES. INFORME RESUMEN - AÑO 2022