



**BOLETÍN MENSUAL DE CONTROL Y SEGUIMIENTO
AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO DE
LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN DEL PLAN ESPECIAL DE
MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN
PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU**

MARZO 2021





ÍNDICE

1.	Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.	3
2.	Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.	6
3.	Seguimiento y control de partículas gruesas. PM₁₀.....	8
4.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO₂.....	9
5.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O₃.....	11
6.	Resumen meteorológico.....	12
7.	Seguimiento acústico.	13
9.	Conclusiones.	16



1. Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.

Dentro del programa de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU, se han instalado cuatro equipos de monitorización portátil, equipados con sensores ópticos de tecnología láser que permiten cuantificar las partículas en suspensión y sensores electroquímicos que permiten medir concentración de gases, lo que permitirá valorar la calidad del aire del entorno.

Los resultados de las mediciones de los sensores, se comparan con los obtenidos por los equipos de referencia instalados en la estación de Cuatro Caminos, perteneciente a la red del Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid (SICA).

En la tabla adjunta se detallan los sensores con los que cuenta cada equipo de monitorización ambiental instalado:

Equipo	PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	Viento	Tª	Humedad	Presión	Sonido
A10-IGB1	X	X	X	X		X	X	X	X
A10-IGB2	X	X	X	X		X	X	X	
P10-IGB1	X	X				X	X	X	X
P10-IGB2	X	X			X	X	X	X	X

Las estaciones de la red de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid están dotadas de los analizadores y captadores necesarios para el correcto seguimiento y evaluación de la calidad del aire en su entorno, además de disponer de sensores meteorológicos.

Tal y como se ha indicado, los equipos de monitorización cuentan con sensores ópticos y electroquímicos cuya correlación con las estaciones de referencia es adecuada para los fines de evaluación fijados, pero no equivalente. Por lo que los sensores instalados en la estación de referencia permitirán comprobar que las curvas de variación temporal sigan la misma tendencia y en su caso determinar la ecuación de regresión entre ambos.

La situación y localización de cada sensor se ha determinado en base tanto a la distancia al foco emisor y la proximidad de la población sensible o más vulnerable a los impactos sobre la calidad atmosférica (edificios residenciales y centros educativos situados en los alrededores de la zona de actuación fundamentalmente). Al tratarse de un entorno urbano totalmente consolidado, se han buscado las ubicaciones que permiten cubrir la mayor parte del perímetro del Estadio Santiago Bernabéu y así quedar cubiertas todas las componentes de viento.



En la siguiente tabla se recoge la localización de los equipos de monitorización instalados:

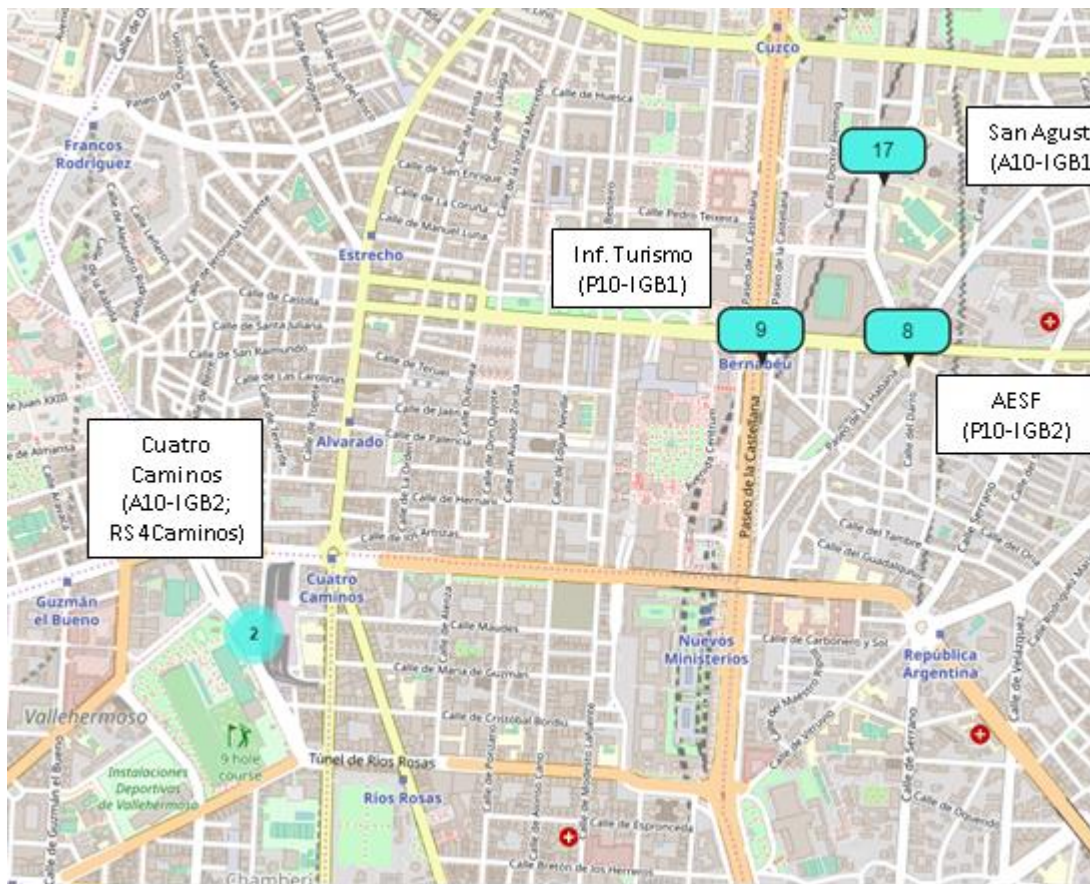
Equipo monitorización	N.º serie	Localización actual
A10-IGB1	0136190000	Colegio San Agustín
A10-IGB2	0136190001	Cuatro Caminos
P10-IGB1	0136190002	Oficina de Turismo
P10-IGB2	0136190003	Agencia Estatal Seguridad Ferroviaria (AESF)

Para valorar la incidencia meteorológica en la propagación o inmisión de las partículas en suspensión (PM_{10}), se registra en continuo la velocidad y dirección de viento. Para ello, el equipo instalado en la Of. de Turismo cuenta con el equipamiento auxiliar, anemómetro y veleta, que permite dicho control.

Por último, se ha establecido un plan de control y seguimiento acústico que permite identificar la presión sonora en el entorno. El seguimiento acústico se realiza a partir de mediciones continuas proporcionadas por los sonómetros instalados tanto en el Colegio San Agustín, como en la AESF y en la Oficina de Turismo.

La estación situada en el Colegio San Agustín, se ha retirado a partir del 17 de marzo para realizar el mantenimiento programado, sustituyendo los sensores de gases y realización de calibración completa.

A continuación, se incluye esquema en el que se localizan los puntos de control.



El periodo analizado en el presente boletín comprende del 1 al 31 de marzo de 2021.



2. Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.

La información en materia de calidad del aire se resume utilizando el índice AQI.

El Índice de Calidad del Aire Europeo (AQI) fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente y la Comisión Europea.

En España, el Índice Nacional de Calidad del Aires se aprueba por Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo. El día 2 de septiembre de 2020, se modifica la Orden para incluir en la lista el rango "Extremadamente desfavorable".

El Índice Nacional de Calidad del Aire se basa en los siguientes contaminantes:

- Partículas en suspensión PM10
- Partículas en suspensión PM2.5
- Ozono troposférico (O₃)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Dióxido de azufre (SO₂)

Del conjunto de contaminantes, sólo se considera asociado a la actividad de construcción el material particulado PM10. El análisis del conjunto se realiza para poder determinar cuál es el pésimo, así como la incidencia relativa de PM10 frente al resto.

El índice AQI se establece, de acuerdo con las instrucciones dictadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente, en base al contaminante de mayor concentración, dentro de la distribución establecida para cada uno de ellos, reflejada en el cuadro siguiente:

Contaminantes	CALIDAD DEL AIRE		Índice de Calidad del Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Bueno	Razonablemente buena	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Extremadamente desfavorable
Partículas PM2.5	0-10	11-20	21-25	26-50	51-75	76-800
Partículas PM10	0-20	21-40	41-50	51-100	101-150	151-1200
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0-40	41-90	91-120	121-230	231-340	341-1000
Ozono (O ₃)	0-50	51-100	101-130	131-240	241-380	381-800

Conforme a lo establecido en la Orden TEC/351/2019, indicada anteriormente, el cálculo de los valores (concentraciones) diferirá en función del contaminante analizado:



- NO₂ y SO₂: se utilizarán los valores de concentraciones horarias para el cálculo del índice.
- PM_{2.5} y PM₁₀: el cálculo del índice se hará en base a la media móvil de las 24h anteriores.
- O₃: se utiliza la media móvil de las últimas 8 horas

En la tabla adjunta se resumen los resultados del Índice de Calidad a lo largo del periodo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MARZO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Del análisis de los registros continuos horarios se deduce la siguiente distribución total de contaminantes:

- Bueno: 77.66%
- Razonablemente bueno: 19.25%
- Regular: 3.10%

En todos los casos, en los que el índice de calidad ha sido regular, el contaminante pésimo que ha determinado dicha calificación ha sido el PM₁₀.

Es importante destacar que a lo largo del mes se han producido diferentes eventos de intrusión sahariana que han incidido directamente en la concentración de partículas en suspensión.

Como puede apreciarse durante el **96.91%** del tiempo que comprende el presente informe, **la calidad del aire ha sido buena o razonablemente buena.**

Los valores máximos diarios (PM_{2,5} y PM₁₀) y los valores máximos horarios (NO₂ y O₃) registrados por los sensores de seguimiento y control se resumen a continuación:

Contaminante	Valores máximos	Sensor donde se ha registrado el valor
PM _{2.5} (*)	21.26 µg/m ³	San Agustín
PM ₁₀ (*)	57.85 µg/m ³	San Agustín
NO ₂	77.80 µg/m ³	San Agustín
O ₃	57.98 µg/m ³	San Agustín

(*) Media móvil de las 24h anteriores

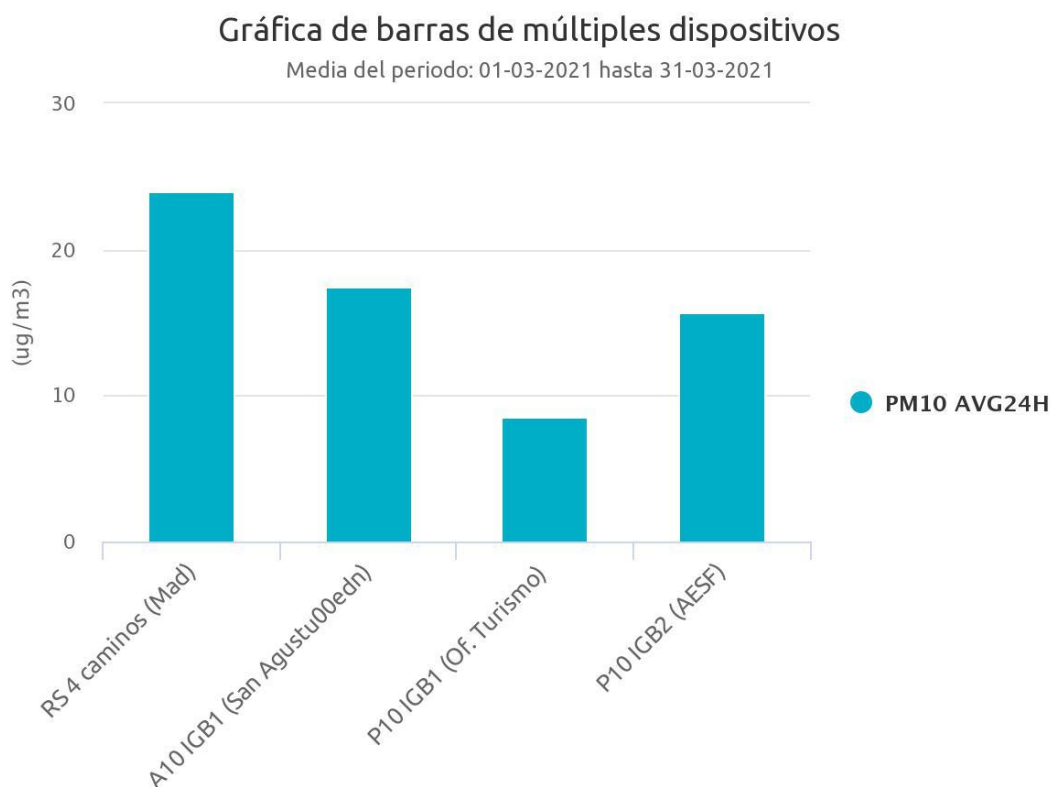


3. Seguimiento y control de partículas gruesas. PM₁₀

El valor límite diario y valor límite anual definido en la legislación vigente de aplicación se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana: 50 µg/m³ (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 µg/m³
--	--

Se recoge en la siguiente gráfica los valores medios diarios PM₁₀ registrados en cada equipo de monitorización, así como los de las estaciones de referencia (SICA), del 1 al 31 de marzo de 2021.



En la siguiente tabla se recogen los valores medios obtenidos, junto con los valores máximos diarios registrados y el número de días en que se han superado los límites marcados por la legislación en cada uno de los puntos de control.

Para la determinación del número de días en los que se supera el valor límite diario se ha utilizado la concentración obtenida de la media móvil de las 24 horas



anteriores, al ser el mismo criterio que se utilizó en la determinación del Índice de Calidad del Aire.

PM10	Of. Turismo	San Agustín	AESF	RS Cuatro Caminos
Valores medios diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8.62	17.42	15.75	23.95
Valores máximos diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (*)	26.69	57.85	45.06	83.04
Nº días superaciones valor límite diario ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	2	0	4

(*) Media móvil de las 24h anteriores

Los valores registrados en los puntos de control cercanos al ámbito de la obra han sido bajos durante todo el mes.

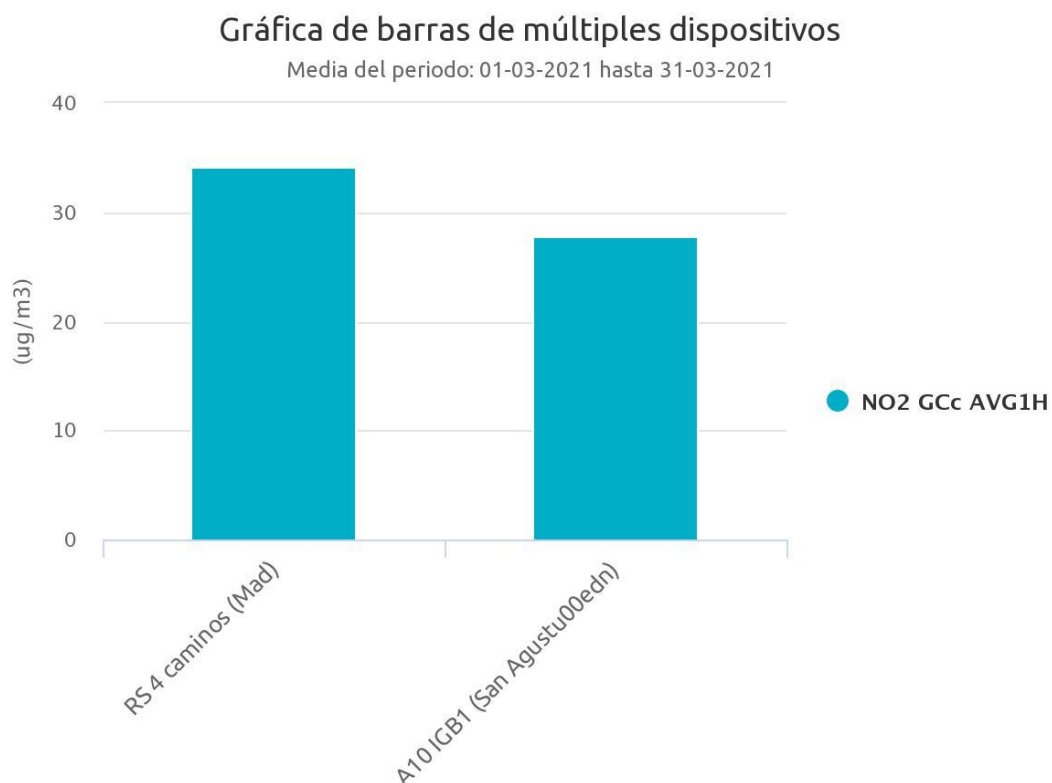
El umbral de referencia, establecido en el RD 102/2011, se supera en todas las estaciones, aunque no se considera que el origen sea la propia actividad de construcción, sino los efectos de la intrusión sahariana, puesto que en todas las estaciones pertenecientes al SI del Ayuntamiento de Madrid han registrado valores especialmente altos.

4. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO_2

Los valores límite y umbrales de alerta definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	UMBRAL DE ALERTA 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 horas consecutivas en un área $> 100 \text{ km}^2$
---	---	---

Los valores medios de concentración de NO_2 , registrados del 1 al 31 de marzo de 2021, se detallan en la siguiente gráfica.



En relación con el valor límite anual, durante el mes de marzo, se han registrado valores medios inferiores los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las estaciones de Cuatro Caminos y en el Colegio San Agustín.

No obstante, este valor límite hace referencia a la media anual por lo que no debe compararse con los valores registrados durante un periodo de medición mensual, salvo como previsión de la posible tendencia.

En la siguiente tabla se recogen los valores medios registrados en cada estación de medición, junto con los valores máximos horarios registrados en cada una, así como el número de veces que se haya podido superar el límite horario durante el periodo:

NO ₂	Colegio San Agustín	RS Cuatro Caminos
Valores medios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27.80	34.14
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	77.80	108.99
Veces superación límite horario	0	0
Media anual 2020	33.04	43.21



5. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O₃

Los valores límite, umbral de alerta y valor objetivo definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

UMBRAL DE INFORMACIÓN 180 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	UMBRAL DE ALERTA 240 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	VALOR OBJETIVO para la protección de la salud humana: 120 µg/m ³ (media octohoraria máxima en un día) Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años
---	--	---

En este caso, ninguna de las dos estaciones pertenecientes al Sistema Integral de Calidad del Aire dispone de equipos para registrar concentraciones de ozono. No obstante, como es un gas con una alta capacidad de oxidación que afecta a las vías respiratorias y cuya concentración, especialmente en verano, suele ser elevada, en el Plan de Vigilancia Ambiental de la obra se ha previsto monitorización.

Al no disponer de equipos de referencia municipales en las estaciones utilizadas, el seguimiento se realiza desde los equipos de monitorización específicos de las obras. En este caso, al coincidir con el mantenimiento programado, el análisis se limita a comprobar los umbrales de información y alerta, puesto que los valores medios registrados no son comparables al no coincidir en el mismo periodo.

En ningún caso se ha alcanzado el umbral de información establecido en 180 µg/m³, como valor horario.

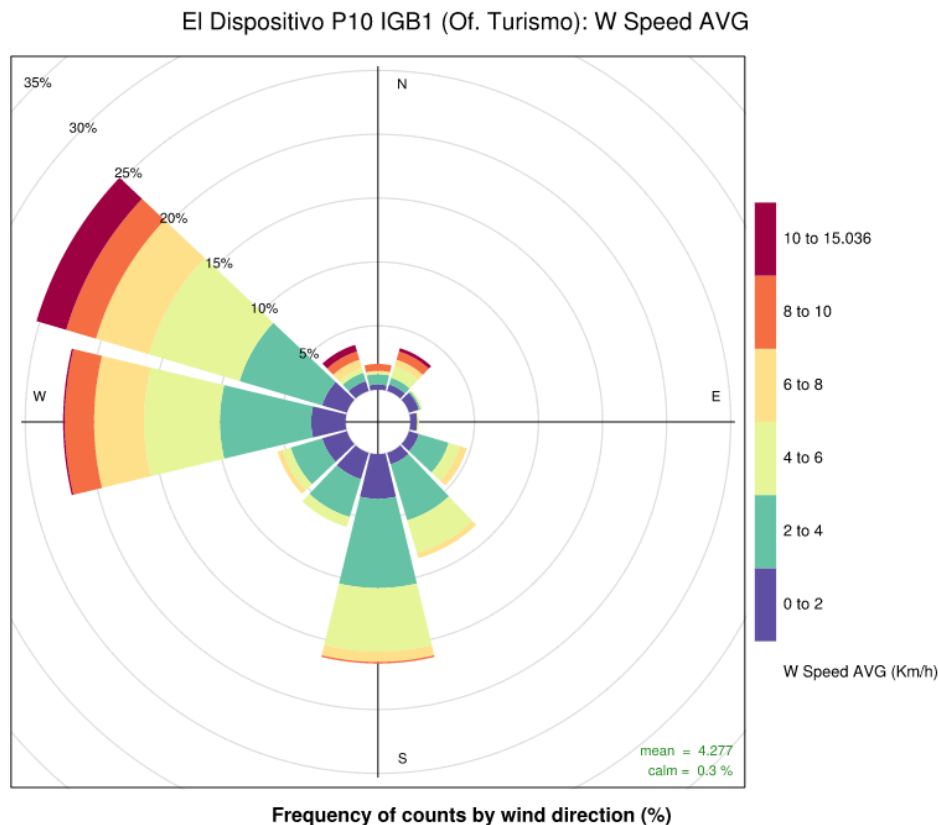
En cualquier caso, el ozono es un contaminante secundario que se crea a partir de reacciones de la luz solar con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre, cuyo origen fundamental en el entorno urbano es el tráfico.



6. Resumen meteorológico.

Los datos climatológicos, especialmente velocidad y dirección del viento, son factores de alta incidencia en la dispersión de contaminantes.

En el diagrama adjunto se representa las componentes principales del viento. La localización del Estadio Santiago Bernabéu en un entorno completamente consolidado hace que todas las direcciones del viento sean consideradas desfavorables. Si bien, por la localización de los centros docentes, pudiera considerarse la componente suroeste como ligeramente más desfavorable.



Como puede apreciarse, durante el mes de marzo el conjunto de vientos de componente oeste son los más frecuentes (47%), seguidos a mucha distancia de los de componente sur (31%). En su conjunto, estas dos componentes suponen del orden del 80% de la frecuencia con la que se presenta el viento.

Sin embargo, en cuanto a velocidades, la dirección noreste es la dirección que presenta mayores velocidades medias, estando por encima de 8 km/h un 3% del total de mediciones de marzo. A mayor velocidad, mayor probabilidad de movilización de contaminantes.



En la tabla adjunta se incluye el resumen de los datos registrados durante el mes de marzo.

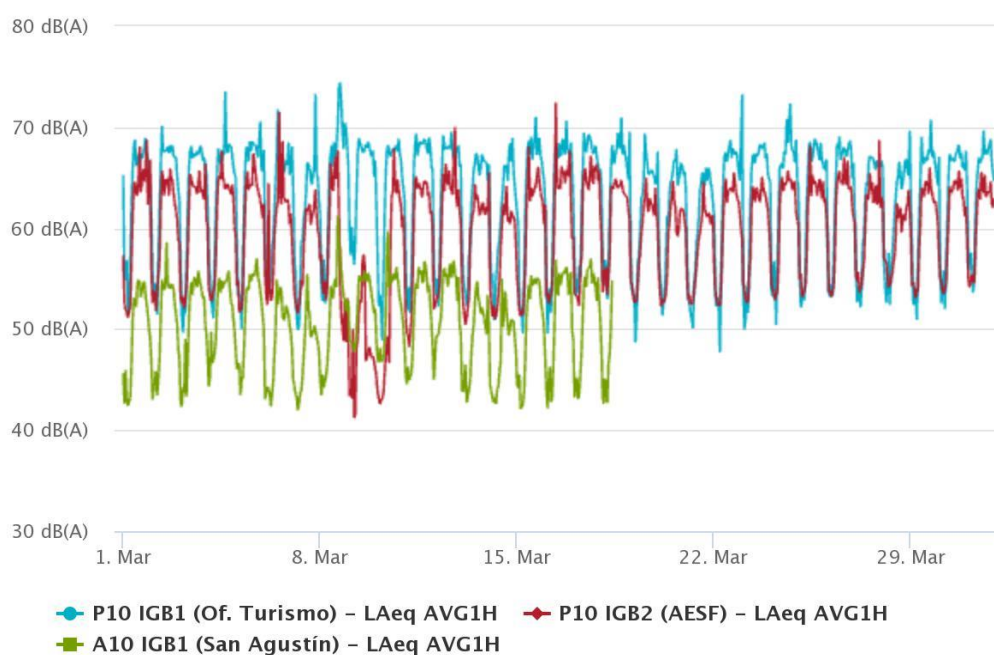
	Valor máximo	Valor mínimo	Media
Temperatura (°C)	23.86	1.38	10.89
Humedad (%)	87.09	16.34	48.74
Viento (km/h)	28.84	0	4.27

La velocidad máxima de viento tomada como referencia es de 20 km/h, siendo la velocidad media registrada 4.27 km/h.

La velocidad máxima se registró el 19 de marzo.

7. Seguimiento acústico.

En primer lugar, se incluyen los registros en continuo con los niveles horarios equivalentes de los tres puntos de control.





El detalle estadístico de los registros, detallado por puntos de control, es:

P10 IGB1 (Of. Turismo) - LAeq AVG1H (dB(A))

Max: 74.45
Min: 47.68
Media: 65.78
SD: 6.42

P10 IGB2 (AESF) - LAeq AVG1H (dB(A))

Max: 72.44
Min: 41.23
Media: 62.07
SD: 6.04

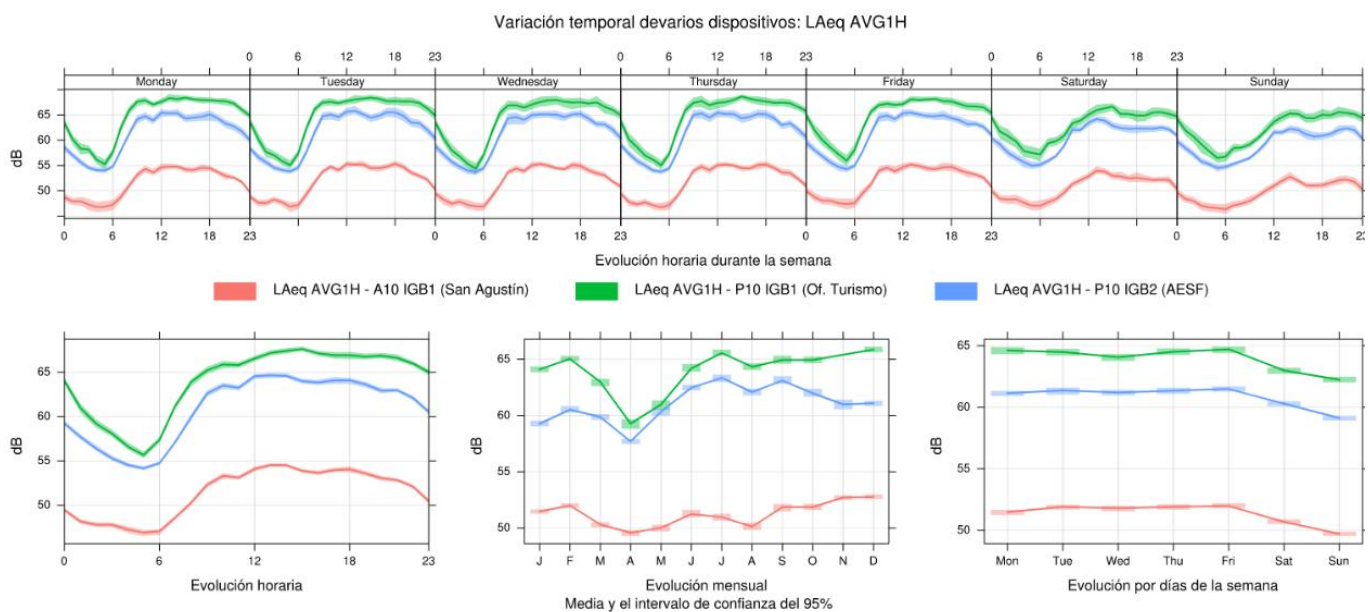
A10 IGB1 (San Agustín) - LAeq AVG1H (dB(A))

Max: 61.21
Min: 41.95
Media: 52.45
SD: 4.82

Como se puede apreciar, existe una cierta diferencia entre las mediciones de la Of. de Turismo y la AESF, respecto al colegio San Agustín, por estar esas zonas más expuestas a la acción del tráfico. En cualquier caso, los registros se encuentran en línea con las de los meses anteriores

Para profundizar de forma efectiva en la posible incidencia de las obras en el entorno, se procede a analizar la variación temporal de los registros.

Variación temporal a origen





En las gráficas se representa tanto el valor medio, línea continua, como el intervalo de confianza del 95%, zona sombreada en el color identificativo de cada sonómetro.

La evolución semanal es muy similar cada día de la semana. Existe una marcada zona valle que se inicia a partir de las 22:00, registrando los valores mínimos en torno a las 05:00, hora a partir de la cual se incrementa la presión acústica, estabilizándose los niveles sonoros a lo largo del día y la tarde. Los fines de semana el descenso nocturno es menos acusado.

Tal y como se aprecia en la gráfica de variación temporal, se registran valores más elevados tanto en el punto de control de P10 IGB1, localizado en la oficina de turismo, como en el P10 IGB2, situado en la AESF, frente al localizado en el Colegio San Agustín (A10 IGB1). Este comportamiento es análogo al documentado, para la situación preoperacional, en el Mapa de Ruido 2016 del Ayuntamiento de Madrid.

Los valores medios, correspondientes al periodo diurno, son:

- Oficina de Turismo: 66 dB(A)
- Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria: 64 dB(A)
- Colegio San Agustín: 54 dB(A)

Los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes, conforme se establecen en el documento "Áreas Acústicas de Madrid 2018", son:

ÁREA ACÚSTICA	ÍNDICE DE RUIDO dB(A)		
	L _d	L _e	L _n
Tipo A	65	65	55
Tipo C	73	73	63

El uso característico de las áreas tipo "A" es el residencial, mientras que en las de tipo "C" es recreativo y de espectáculos.



9. Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos en el presente informe de seguimiento se aprecia que prácticamente la totalidad del tiempo (96.91%) el índice de calidad del aire ha sido razonablemente bueno o bueno. Considerando que los días con menor índice de calidad han coincidido fundamentalmente con el fenómeno de intrusión sahariana, se considera que las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU **no han supuesto un impacto significativo sobre la calidad del aire**, ni sobre la exposición acústica de la población vulnerable, considerada como tal la que se encuentra en el entorno de 1 km alrededor de la obra.

Por tanto, la valoración ambiental global se considera conforme al Plan de Vigilancia Ambiental implantado.

Madrid, 7 de abril de 2021