



Memoria Justificativa y Solicitud de Contratación para contratos de la LCSP

**OBJETO A CONTRATAR: SUMINISTRO DE 4 PLATAFORMAS
PORTÁTILES PARA MEDIDA DE CALIDAD Y VELOCIDAD DE
AIRE EN ESPACIOS INTERIORES**

NÚMERO DE LA S.C: 2000003990

Dirección/ Subdirección:	Explotación Ferroviaria Metro de Madrid, S.A.	Área:	Ingeniería de Instalaciones
División:	Instalaciones y Sistemas de Información	Servicio:	

Aprobado por: Juan Tébar

1 OBJETO DE LA SOLICITUD DE CONTRATACIÓN

El presente documento tiene por objeto elevar a la aprobación del correspondiente órgano de contratación de Metro de Madrid, S.A., la autorización para el inicio de un proceso de licitación que tiene por objeto la contratación del suministro de 4 plataformas portátiles para monitorizar y registrar parámetros de calidad de aire interior (IAQ) en estaciones, túneles y dependencias de Metro de Madrid, y del servicio de acceso seguro y privado a plataforma web remota que aloje los registros de los dispositivos, permitiendo su análisis, volcado masivo o selectivo, y generación de informes, así como las labores de formación en el empleo de los dispositivos y la plataforma de información, y el mantenimiento (limpieza, calibración y/o reemplazo) de los dispositivos o sus componentes (sensores incluidos) durante la vigencia del Contrato.

2 DATOS DE LA LICITACIÓN

▪ Objeto

Contratación consistente en el suministro de 4 plataformas portátiles que integren equipos de medida para monitorizar y registrar parámetros de calidad de aire interior (Temperatura, Humedad relativa, TVOC, PM1, PM2.5, PM4, PM10, CO2, CO, NO2 y NO) de forma simultánea con la velocidad del flujo de aire en una dirección principal, en estaciones, túneles y dependencias de Metro de Madrid. Los equipos de medida se integrarán en una plataforma ligera y transportable para facilitar su ubicación en diferentes localizaciones de estaciones, túneles y dependencias, disponiendo de autonomía energética superior a 96 horas y conectividad GSM. Se incluye la integración de los dispositivos en plataforma web remota, en la que se alojen sus registros, con capacidades de acceso (seguro y privado para los perfiles designados por Metro de Madrid) a los datos en bruto, volcado selectivo o masivo a dispositivos locales, así como prestaciones analíticas y de visualización de grandes volúmenes de información, y generación de informes. Finalmente, se incluye el servicio de mantenimiento integral de los dispositivos (limpieza, ajustes, mantenimiento, calibración y/o reemplazo de sensores en caso de que agoten su vida en servicio) durante el periodo de vigencia del Contrato (2 años).

▪ Estamento responsable de la ejecución del contrato

Coordinación de Ingeniería de Sistemas, Infraestructuras Críticas y Simulación, del Área de Ingeniería de Instalaciones.

▪ Valor estimado del contrato (artículo 101 LCSP)

Valor estimado: 50.025 euros (IVA no incluido)

▪ Método de cálculo aplicado para determinar el valor estimado (artículo 101 LCSP)

☒ En función de los precios del mercado y de los cambios en el número de unidades de materiales a suministrar

▪ **Presupuesto base de Licitación (artículo 100 LCSP)**

- Base imponible (BI): 50.025 euros
- Importe del I.V.A.: 10.505,25 euros
- Presupuesto base de licitación (PBL): 60.530,25 euros, IVA incluido

▪ **Desglose del presupuesto base de licitación (artículo 100.2 LCSP)**

Costes Directos (98% del PE)	42.630,00 €
Costes Indirectos (2% del PE)	870,00 €
Presupuesto de Ejecución (PE): Costes Directos + Costes Indirectos	43.500,00 €
Gastos Generales (9% PE)	3.915,00 €
Beneficio Industrial (6% PE)	2.610,00 €
Base imponible	50.025,00 €
Presupuesto Base de Licitación (Base imponible + IVA)	60.530,25 €

▪ **Modificación del contrato (artículo 204 LCSP)**

☒ No procede

▪ **División en lotes:**

☒ NO se divide en lotes (artículo 99.3 LCSP)

- **Justificar los motivos de la no división en lotes:** la realización independiente de las diversas prestaciones comprendidas en el objeto del contrato dificultaría la correcta ejecución del mismo desde el punto de vista técnico, al resultar conveniente que cada plataforma de medida sea integrada por componentes suministrados por un único adjudicatario, y que el conjunto de 4 plataformas disponga del mismo equipamiento de medida, pues resulta requerido que la incertidumbre de medida sea homogénea para el conjunto de plataformas, dado que se pretenden instalar varias de forma simultánea en emplazamientos localizados en el mismo bloque ambiental para la correlación de registros y la medida de transferencia entre zonas contiguas.

▪ **Duración del contrato**

- Plazo de duración/ejecución inicial del contrato: 2 años
- Hito a partir del cual comienza la duración/ejecución del contrato:
 - ☒ A partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos o en la fecha de inicio que se indique en la propia acta
- Prórrogas:
 - ☒ NO

▪ **Clasificación del contrato**

Sujeto a LCSP (Ley 9/2017)

▪ **Naturaleza del contrato**

☒ Mixto (suministro, servicio)

Justificar la determinación de la prestación principal:

☒ Suministro:

PRESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	BI (€)	IVA (€)	PBL (€)
SUMINISTRO	Suministro de 4 plataformas de medida de calidad y velocidad de aire.	46.000,00	9.660,00	55.660,00
SERVICIO	Licencia de acceso a plataforma Web sobre cloud externo de almacenamiento, visualización, analítica y descarga de datos.	1.840,00	386,40	2.226,40
	Asistencia para la puesta en marcha inicial y formación.	1.207,50	253,58	1.461,08
	Mantenimiento requerido durante el periodo de vigencia del Contrato.	977,50	205,27	1.182,78
	TOTAL	50.025,00	10.505,25	60.530,25

- Justificar los motivos por los que las diferentes prestaciones que se fusionan en el contrato mixto se encuentran directamente vinculadas entre sí y mantienen relaciones de complementariedad que exijan su consideración y tratamiento como una unidad funcional dirigida a la satisfacción de una determinada necesidad o a la consecución de un fin institucional propio de Metro de Madrid: la plataforma de visualización de los registros de los equipos instalados en cada plataforma no sólo incluye el acceso a los datos, también da cabida a un sistema de gestión, acceso y análisis de la información que recoge las necesidades de mantenimiento e incidencias de los sensores y de los sistemas de alimentación, la configuración de umbrales para cada una de las variables, y los resultados de los procesos de ajuste y calibración que se ejecuten manual o automáticamente algunos de los equipos instalados, por lo que queda justificada la vinculación con el suministro de los equipos. A su vez, el mantenimiento de los sensores instalados, si bien puede realizarse por terceras partes, resulta ventajoso que sea realizado por el proveedor de los mismos desde un punto de vista económico y organizativo.

▪ **Procedimiento de licitación**

☒ Procedimiento Abierto Simplificado abreviado

- **Justificación del procedimiento:**

Se propone la contratación mediante procedimiento abierto con el fin de asegurar los principios de igualdad, transparencia y libre competencia. En consecuencia con lo anterior, se va a utilizar el procedimiento abierto simplificado abreviado al tratarse de un contrato que cumple con las previsiones del artículo 159.6 de la LCSP.

▪ **Criterio de adjudicación (artículos 145 y 146 LCSP)**

☒ **Pluralidad de criterios en base a la mejor relación calidad-precio**

▪ **Ponderación criterios de adjudicación del contrato:**

- o Criterios cualitativos: 30 puntos
- o Criterios económicos: 70 puntos

Criterios cualitativos (30 puntos):

- Disponibilidad de medida cuantitativa de parámetros de calidad de aire, hasta 12 puntos.
- Peso total de cada plataforma (siempre que sea inferior al máximo exigido, 15 kg), hasta 6 puntos.
- Duración baterías con muestreo de todas las variables (siempre que sea superior al mínimo exigido, 96 h), hasta 6 puntos.
- Medida de velocidad de aire, hasta 6 puntos.

¿Se aplicarán fórmulas de valoración de los criterios cualitativos? SI:

MEDIDA CUANTITATIVA PARÁMETROS IAQ [f_m]: es requisito mínimo que se incluya la medida de Temperatura, Humedad Relativa, CO₂ y hasta 4 granulometrías de PM (mínimo 1, 2.5, 4 y 10). El criterio f_m toma valores en el rango [0,1], siendo 0 si dispone de la medida de Temperatura, Humedad Relativa, CO₂ y 4 granulometrías de PM (1, 2.5, 4 y 10), y otorgándose 0,25 unidades adicionales por la disponibilidad de cada uno de los parámetros adicionales siguientes: Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC), Monóxido de Carbono (CO), Monóxido de Nitrógeno, NO, y Dióxido de Nitrógeno, NO₂. De esta forma, f_m valdrá 1 en el caso de que se acredite la disponibilidad de los 11 parámetros.

$$f_m = \begin{cases} 0, requisito\ mínimo\ medida \\ 0,25 \cdot \sum_{i=1}^4 disponibilidad\{TVOC, CO, NO, NO_2\} \\ 1, disponibilidad\ de\ 11\ parámetros \end{cases}$$

PESO INFERIOR A 15 kg [f_w]: es requisito mínimo que el peso total de cada plataforma, incluyendo bastidor, equipos de medida, sistemas de alimentación baterías, comunicaciones, sistemas de fijación, y todos los accesorios que disponga, sea inferior a 15 kg. Se pondera linealmente con 0,2 puntos adicionales cada kg de reducción de peso por debajo de 15 kg. El criterio f_w toma valores en el rango [0,1], siendo 1 en el caso de que se acredite un peso igual o inferior a 10 kg, según la expresión:

$$f_w = \begin{cases} 1 - 0,0002 \cdot (peso\ (gramos) - 10000), 15 > peso > 10\ kg \\ 1, peso\ igual\ o\ inferior\ a\ 10\ kg \end{cases}$$

DURACIÓN BATERÍAS [f_b]: es requisito mínimo que la duración mínima del sistema de alimentación autónoma basada en baterías instaladas en cada plataforma, sea superior a 96 h, garantizando el muestreo de todas las variables y la transmisión al sistema de información en paso temporal mínimo de 30 segundos. Se pondera linealmente con 1/3 puntos adicionales cada 24 adicionales de incremento de duración de baterías garantizando las condiciones especificadas. El criterio toma valores en el rango [0,1], siendo 1 en el caso de que se acredite duración igual o superior a 168 h.

$$f_b = \begin{cases} \left(\frac{1}{72} \right) \cdot (duracion(h) - 96), & duraci3n \in (96, 168 h) \\ 1, & duraci3n \geq 168 h \end{cases}$$

VELOCIDAD AIRE [f_v]: es requisito que cada plataforma incluya un sistema de medida de velocidad de aire, basado en anem3metro mecánico (rotámetro). El criterio toma valores en el rango [0,1], siendo 1 en el caso de que se acredite que la seál de velocidad queda integrada en el equipo de medida de calidad de aire, 0,25 si se dispone un equipo de medida independiente, cuyo registro debe integrarse mediante sistemas adicionales en el sistema de informaci3n, y 0 puntos si el sistema precisa la descarga manual posterior al periodo de registro.

$$f_v = \begin{cases} 0, & \text{descarga manual tras registro} \\ 0,25, & \text{seál integrada mediante disp. adicionales} \\ 1, & \text{seál integrada en equipo IAQ} \end{cases}$$

Por tanto, la valoraci3n total de criterios cualitativos, $C_{clt} \in R$, toma valores en el rango [0,30], y se construye mediante la expresi3n siguiente:

$$C_{clt} = 30 \cdot (0,4 \cdot f_m + 0,2 \cdot f_w + 0,2 \cdot f_b + 0,2 \cdot f_v)$$

¿Se evalúan criterios mediante juicios de valor dentro de la valoraci3n de los criterios cualitativos? NO

- Criterios econ3micos:

☒ Precio, 70 puntos

- ¿Se aplicarán fórmulas de valoraci3n de los criterios econ3micos? Sí, se otorgará una puntuaci3n econ3mica de 0,00 puntos a las ofertas iguales al Presupuesto Base de licitaci3n.

Para el resto de casos se puntuará conforme a la siguiente fórmula:

$$C_i = C_{max} [1 - ((B_{max} - B_i)/B_{max})^{5/2}]$$

C_i = puntuaci3n obtenida por el licitador i

C_{max} = 70 puntos

B_i = baja ofertada por el licitante i (%)

B_{\max} = Máxima baja ofertada admitida (%)

Para el cálculo de las bajas ofertadas por los licitadores se aplicará la siguiente fórmula:

$$B_i = [1 - (Of_i/PBL)] * 100$$

B_i = Baja (%) de la oferta económica "i"

Of_i = Oferta económica "i"

PBL = Presupuesto Base de Licitación

▪ **Subcontratación (artículo 215 LCSP):**

☒ Procede

▪ **Procedimiento de subasta electrónica o petición sucesiva de ofertas**

☒ NO

▪ **Fondos FEDER**

☒ Contrato no financiable con fondos FEDER

▪ **Confidencialidad de los Pliegos de Prescripciones Técnicas**

☒ NO

▪ **Cesión de datos**

¿La ejecución de este contrato requiere la cesión de datos por parte de Metro de Madrid, S.A. al contratista?

☒ NO

3 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

Debido al incremento de requisitos en materia de control de la calidad del aire en espacios interiores derivado de la Crisis Sanitaria COVID 19 , y a la problemática derivada de la reducción de los niveles máximos de emisión admisibles durante la operación de vehículos de tracción Diesel, recogida en el Real Decreto 427/2021, de 15 de junio, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, Metro de Madrid ha impulsado, desde diferentes estamentos, iniciativas para cuantificar la calidad de aire interior y definir las posibles acciones requeridas para su control.

Entre los años 2021 y 2022 se han llevado a cabo pruebas de concepto en las que se han evaluado las prestaciones de algunos de los sistemas de adquisición de registros de parámetros de calidad ambiental en el interior de algunas de las principales estaciones de la

Red. Adicionalmente, se han adquirido equipos de medida mediante contratos menores para poder continuar evaluando la evolución temporal de algunos de los agentes que impactan en la calidad del aire (partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles, CO₂, entre otros), efectuando simultáneamente análisis para correlacionarlos con los principales procesos de nuestra explotación relacionados (tabla de trenes, afluencia, operativa de ventilación, condiciones ambientales interiores y exteriores, etc.).

Con la finalidad de aislar ciertos factores inherentes a fenómenos locales, como la geometría y dimensiones de estaciones y túneles, la eficiencia de ventilación, o la afluencia de viajeros, se precisa disponer de equipos de medida portátiles transportables, que puedan ser instalados en diferentes emplazamientos de forma temporal, con capacidad para efectuar de forma autónoma registros durante un periodo prolongado de tiempo.

A su vez, y con el fin de acreditar de forma explícita el impacto real de la operativa de ventilación en el emplazamiento de los equipos, se precisa que estos dispongan de medida de velocidad de aire, con el fin de reducir la incertidumbre asociada a la efectividad real de la operativa de los sistemas de ventilación forzada, o incluso para tener una medida de la eficiencia de otros modos de ventilación inducida (gradiente de densidad, efecto pistón). Sería preciso disponer de una medida cuantitativa de la velocidad de aire en la dirección principal del emplazamiento, de forma que el sensor que se disponga deberá permitir su orientación en campo.

El desarrollo de modelos matemáticos y heurísticos basados en los datos recolectados en numerosos emplazamientos y situaciones de explotación, permitiría profundizar en el conocimiento sobre la dinámica real de los procesos de difusión que regulan la concentración y movimiento de contaminantes en el ambiente interior, lo cual es indispensable para el posterior establecimiento de sistemas de control y regulación de la ventilación o la programación de limpiezas periódicas que contribuyan a mantener unos niveles de Calidad de Aire interior acordes a los requisitos establecidos de manera uniforme, mediante el despliegue de dispositivos fijos en el menor número posible de emplazamientos que permitan caracterizar la totalidad de la Red de una manera fiable.

Adicionalmente, en determinados tramos de la red se registran problemas relacionados con la presencia de partículas en suspensión de origen en ocasiones indeterminado, o bien con la sospecha de elevadas concentraciones de gases asociados a la operación de vehículos auxiliares en periodo fuera de explotación, que motivan la necesidad de acometer campañas específicas de medición que permitan caracterizar la emisión y su concentración espacio-temporal, referida respecto a los requisitos inherentes a los criterios de salubridad en espacios interiores o lugares de trabajo, y evaluar en consecuencia diferentes estrategias de reducción, fundamentalmente mediante labores de limpieza y programas específicos de ventilación.

A tal fin, se precisa adquirir equipos de medida portátiles para la caracterización ambiental y de velocidad de aire de diferentes emplazamientos mediante campañas de registro temporales específicas, y que a su vez permitan evaluar la bondad de las posibles acciones correctoras que sean requeridas en caso de que los niveles de calidad de aire registrados sean desfavorables.

Para permitir el registro temporal en emplazamientos remotos, tales como túneles o pozos de ventilación, es requerido que los equipos sean autónomos y dispongan de una batería con capacidad suficientes para el registros continuo durante al menos 96 horas consecutivas. A su vez, deben permitir la comunicación inalámbrica continua de registros a los servidores remotos de almacenamiento y visualización mediante transmisión de datos GSM (4G). Los datos, con la mayor resolución temporal posible, deben quedar alojados en un servidor remoto seguro, con acceso exclusivo para el propietario de los equipos, permitiendo su visualización, análisis y descarga masiva, por lo cual, la herramienta de almacenamiento debe incluir funcionalidades de visualización y análisis avanzadas.

Para facilitar la instalación y el transporte, es requisito que los equipos de medida (calidad de aire y velocidad) estén localizados sobre en una plataforma o bastidor que soporte adicionalmente las fuentes de alimentación, equipamiento de comunicaciones y sistemas de fijación a paramentos, disponiendo el conjunto de un peso total inferior a 15 kg, tal que permita su transporte manual e instalación por una persona.

Finalmente, con el fin de permitir evaluar de forma rigurosa la influencia de algunos factores exógenos como la operativa de ventilación, o la localización relativa respecto a algún foco emisor, es preciso disponer de al menos 4 equipos de medida para poder efectuar estudios simultáneos que permitan profundizar en el conocimiento de los complejos procesos de difusión que gobiernan el movimiento y concentración de partículas en suspensión en ambientes interiores.

Disponiendo de cuatro equipos, se podría efectuar de forma simultánea la medición en vestíbulo, andenes, y ventosas de ventilación asociadas al entorno de una estación.

4 ANTECEDENTES

No se dispone de antecedentes relativos a la adquisición de equipos similares.

El Área de Ingeniería de Instalaciones ha gestionado desde 2021 Pruebas de Concepto (PoC) con el fin de explorar las diferentes alternativas existentes en el mercado para la evaluación y medida de la calidad de aire interior mediante dispositivos instalados en diferentes emplazamientos de estaciones, con el objetivo de:

- cuantificar la calidad de aire interior, a partir de la medida continua de los diferentes agentes contaminantes que pueden encontrarse en el ecosistema de Metro de Madrid: parámetros termohigrométricos, partículas en suspensión (PM's) de diferente granulometría (de 1 a 10 micras), compuestos orgánicos volátiles (COV'S), Dióxido de Carbono (CO₂) y los compuestos habituales en la emisión Diésel.
- analizar la correlación entre la evolución temporal de los diferentes agentes muestreados y diferentes procesos del servicio (afluencia de viajeros, frecuencias de trenes, circulación de vehículos Diésel durante periodo fuera de explotación, funcionamiento de la ventilación, condiciones ambientales exteriores, y niveles exteriores de contaminación).

- analizar la causalidad inherente a la localización de los equipos de medida y los niveles registrados en estaciones de diferente tipología, con el fin de poder determinar la dimensión mínima del muestreo necesario para disponer un posterior sistema de medición y control global, identificando posibles agrupaciones de tipologías basadas en parámetros geométricos de las estaciones, su situación en la red, niveles de afluencia de viajeros, tipología de ventilación, etc.).

Dichas pruebas de concepto han dado lugar a la adquisición de un total de 10 equipos de medida que han quedado integrados en 5 estaciones de la red.

LOCALIZACIÓN	EMPLAZAMIENTO	AÑO INSTALACIÓN	PARÁMETROS
Gran Vía	Andenes Línea 1	2021	CO2 CO PM (1,2.5,4,10) Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC) Temperatura Humedad Relativa Presión
Estadio Metropolitano	Andenes		
Avenida de América	Vestíbulo intercambiador		
	Andenes Línea 6		
Plaza Castilla	Vestíbulo Principal	2022	CO2 Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC) Formaldehído PM (1,2.5,4,10) Temperatura Humedad Relativa Presión
	Andenes Línea 1		
	Andenes Línea 10		
Nuevos Ministerios	Vestíbulo At. Cliente		
	Andenes Línea 6		
	Andenes Línea 10		

Listado de equipos de medida de calidad de aire instalados en la Red de Metro de Madrid desde 2021.

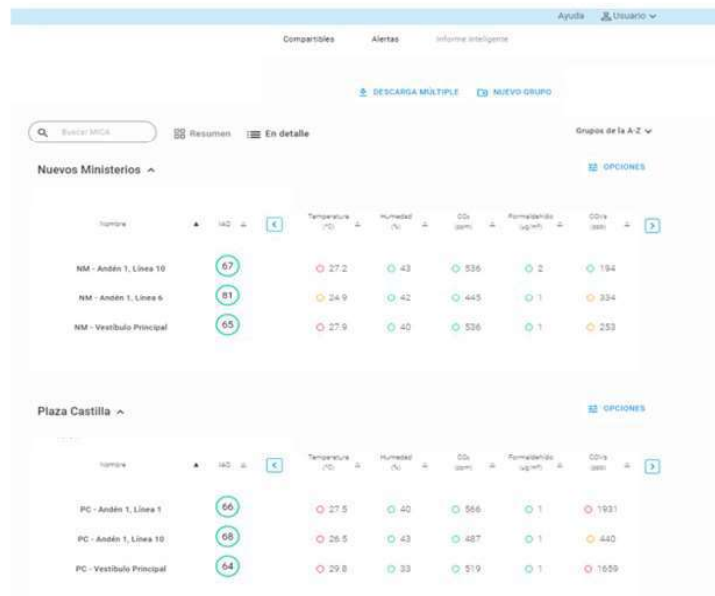
Los dispositivos, de dimensiones reducidas, registran de forma semicontinua (actualización por excepción) los siguientes parámetros (varía en función del fabricante): CO2, CO, PM (1,2.5 y 10), Formaldehído, VOC's, además de Temperatura Humedad Relativa y Presión barométrica.

Adicionalmente, presentan indicadores de calidad de aire agregados, definidos a partir de las anteriores variables: Calidad de Aire, probabilidad de presencia de Virus y validación de los procesos de renovación de aire.

Los registros quedan almacenados en un cloud privado (propietario de cada fabricante de los dispositivos) y pueden ser consultados mediante un interfaz seguro. El acceso al mismo es gestionado por el Área de Ingeniería Instalaciones.

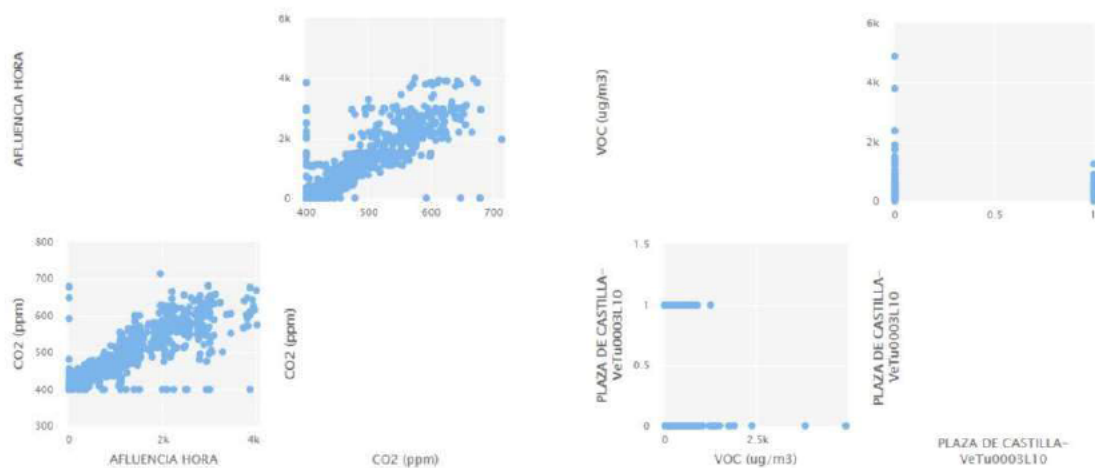


Ubicación de los dispositivos en anden de Nuevos Ministerios L10.



Aspecto general del Interfaz en la plataforma Cloud.

A partir de las mediciones en continuo registradas, por los dispositivos instalados en las estaciones, y de la historificación de algunos predictores que, de forma preliminar se han considerado relevantes para describir la actividad en el espacio interior (frecuencia de trenes, afluencia de viajeros, funcionamiento de la ventilación, condiciones ambientales exteriores), se han efectuado análisis cuantitativos de la correlación e influencia de estos predictores en la evolución de los parámetros ambientales registrados.



Evolución temporal del registro de concentración de CO₂ y afluencia de viajeros en Plaza Castilla 1 (izquierda) y TVOC frente a operativa de ventilación de túnel (derecha).

5 INFORMACIÓN PRESUPUESTARIA

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

AÑO	2024	2025
IMPORTE PERMITIDO	46.000,00 €	4.025,00 €
CENTRO.ACCIÓN	18.069	18.069
PEP	H2718	H2718

El presente documento, emitido a efectos de cumplimiento de obligaciones en materia de transparencia, es copia fiel del original, en el que constan las firmas auténticas y completas de las personas firmantes.

En cumplimiento de las obligaciones de protección de datos personales, no constan en esta copia datos identificativos adicionales a nombre y apellidos.