CÁLCULO DEL IME
INDICE MEDIO DE EXPOSICIÓN

ESTACIÓN DE ITURRAMA
AÑO 2014

Pamplona

Fecha de emisión: 05 de febrero de 2015

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

INDICE

1.- OBJETO

2.- DESARROLLO

- **2.1.- Presentación**
- **2.2.- Situación**
- **2.3.- Muestreo**
- **2.4.- Equipos**
- **2.5.- Tabla de resultados**
- **2.6.- Control Calidad**
- **2.7.- Correlación**

3.- CONCLUSIONES

ANEXO 1.- Acreditación equipo MCV

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland® CERT ISO 9001 ISO 14001

1. OBJETO

El objeto de este estudio es calcular el Indicador medio de exposición (IME) de las mediciones de inmisión de PM 2,5 en la estación de fondo urbano ubicada en ITURRAMA perteneciente a la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Gobierno de Navarra.

Para el cálculo del IME es necesario colocar un equipo de medición de PM 2,5 que cumpla con la norma UNE-EN 14907.
Con este mismo equipo realizaremos una intercomparación con el equipo de medción en continuo de la estación en la que colocamos el equipo.

Con la intercomparación se trata de calcular el factor corrector de la medida del equipo de referencia respecto al que mide en continuo.

Los trabajos que se plantean realizar son los siguientes:

- Instalación de un captador gravimétrico de alto volumen en la estación de Iturrama con un cabezal selectivo para PM 2,5.

- Realización de una campaña anual con muestreos cada 3 días y toma de muestras de al menos 110 filtros de los 122 posibles. El periodo de muestreo será de 24 horas y los filtros se mantendrán en condiciones adecuadas de conservación hasta su traslado al laboratorio.

- Estudio de correlación de los datos obtenidos con el captador de alto volumen y los obtenidos con los analizadores automáticos y obtención de la correspondiente ecuación de correlación.

- Obtención de la recta de correlación con R2 > 0,8

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

2. DESARROLLO

2.1. Presentación

Como establece la **UNE-EN 14907** "Calidad del aire Ambiente- Método gravimétrico de medida para la determinación de la fracción másica PM 2,5 de la materia particulada en suspensión", para realizar el ejercicio de intercomparación y cálculo del Indicador medio de la exposición (IME), utilizamos el equipo de medición en continuo de la red de calidad del Aire y un equipo que cumple con la norma de referencia.

Los valores obtenidos con el equipo que cumple las normas de referencia son comparados con el equipo que mide en continuo y de este modo se calcula el Indicador medio de la exposición, objetivo nacional de reducción de la exposición y obligación en materia de concentración de la exposición para las partículas PM 2,5, como se establece en el artículo 21 del RD 102/2011.

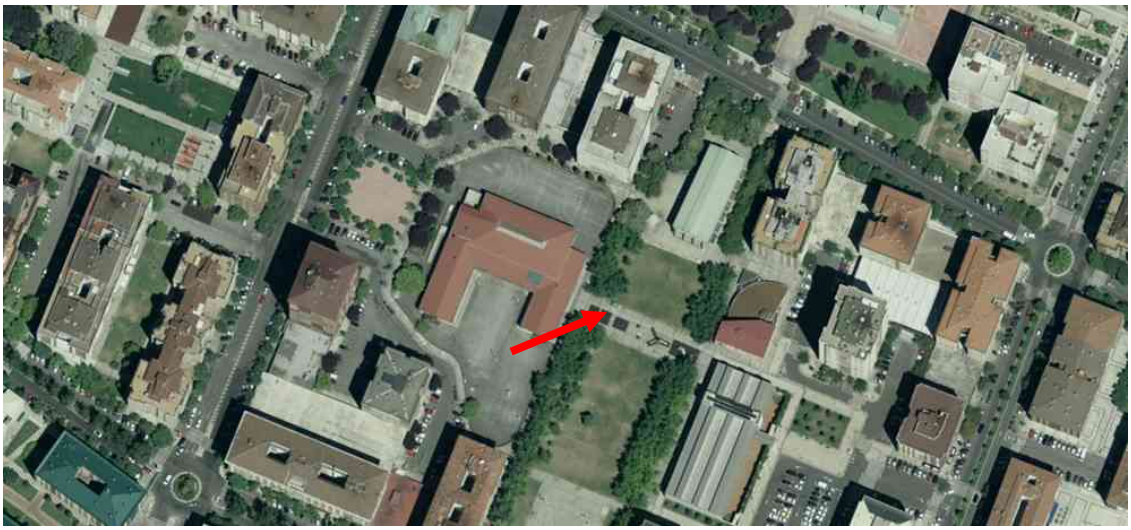
El RD 102/2011 establece que hay que tomar una muestra cada 3 días, en un equipo de medición de alto volumen a un caudal de 30 m3/h durante 24 horas.

2.2. Situación

Tal y como se indica en el Anexo XIII del RD 102/2011, la estación deberá estar ubicado en fondo urbano. Por este motivo los equipos intercomparados están en una estación de control de calidad del aire del Gobierno de Navarra en Pamplona. Concretamente, se encuentra situada en el conocido como Boulevard de Iturrama (Barrio de Iturrama) entre la calle Serafín Olave y la Calle de Iturrama.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001



2.3. Muestreo

Se ha realizado un muestreo a lo largo del año 2014, con una periodicidad de muestreo cada tres días, tal y como indica el RD 102/2011.

A continuación se exponen las características de muestreo:

Fecha del primer muestreo: 15 de enero de 2014.
Fecha del último muestreo: 30 de diciembre de 2014.
Duración de cada muestreo: 24 horas.
Caudal programado de muestreo: 720 m^3 /día.
La duración de todo el conjunto de muestreos ha sido de 350 días.

En el punto 2.5: tabla de resultados; se puede comprobar los días que se ha realizado cada muestreo.

2.4. Equipos a intercomparación

2.4.1. Departamento del Gobierno de Navarra.

El equipo BAM 1020, es un medidor automático de partículas en continuo, que utiliza el método de atenuación por radiación beta. El método consiste en la fuente constante de electrones de alta energía

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

(partículas beta) que emiten los átomos de C14. Estas partículas son detectadas y contadas por un detector de centelleo sensible. Mediante una bomba externa se hace pasar un volumen conocido de aire ambiente a través de un filtro de cinta, en donde se retienen las partículas. El filtro con las partículas retenidas se coloca entre la fuente de partículas beta y el detector, causando una atenuación de la señal de partículas beta. El grado de atenuación de la señal es usado para la determinación de la concentración en masa. Como también es conocido el volumen captado, se calcula la concentración volumétrica.

El equipo, está designado por la EPA de EEUU, como método equivalente Federal (FEM) para monitoreo de partículas PM 2,5 de forma continua. El Monitor de partículas BAM-1020 cuenta con designación EPA para el muestro continuo de PM 2,5 (EPQM-0798-122). También, cuenta con certificaciones Europeas, Coreanas y Chinas para el muestreo continuo de PM 2,5.

Datos:

El equipo realiza cada cinco segundos una medida de PM 2,5 y el dato que hemos utilizado para realizar la intercomparación es la media de cada hora. Al obtener las 24 horas diarias hemos calculado la media diaria.

2.4.2. GANASA

El Muestreador de Alto Volúmen (High Volume Sampler, HVS) consta básicamente de: una bomba de vacío, marco de sujeción del filtro, adaptador de marco, controlador volumétrico de flujo (que ajusta un caudal constante durante el período de toma de muestra) y un controlador de tiempo.

En este método de muestreo el aire es obligado a pasar por un filtro de baja resistencia, con un alto flujo. En todos estos equipos es muy importante la calibración del dispositivo para medir el flujo y el acondicionamiento del filtro antes y después de la colección de partículas.

La concentración de partículas se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y el total del flujo de aire.

Como indica el Anexo XIII A punto 5. La determinación de la concentración de PM2,5 en cada estación de la Red IME se realizará preferiblemente por medio de la instrumentación de referencia.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

Datos:

- Pesada filtros:

  Se ha subcontratado a:

  - LABAQUA (Aqualogy) la pesada de los filtros antes y después de realizar la medición de PM 2,5.

  Este laboratorio cumple con las especificaciones de la Norma UNE-EN 1907:2006 punto 5.2 Instalación de la pesada.

- Datos equipo:

  El equipo está programado para realizar muestreos diarios, de 24 horas, con un programa de muestro de 30 m^3/h. Obteniéndose en cada muestreo un volumen total aproximado de de 720 m^3 / día.

  Utiliza filtro de 150 mm y el equipo está calibrado con cabezal de PM 2,5. Se adjunta certificado de calibración.

  El equipo cumple las especificaciones de la Norma UNE-EN 14907:2006 en lo referente a:

  - Cabezal: En la norma de referencia se describen los diseños y tolerancias de los sistemas de captación a emplear en función del caudal al que se operará, de bajo volumen (LVS) o de alto volumen (HVS).
  - Tubo de conexión: la longitud del tubo de conexión entre el cabezal y el portafiltros será menor de 3 m, no tendrá curvas, será vertical y estará diseñado de tal manera que la temperatura del tubo será lo más próxima posible a la temperatura ambiente, de modo que la desviación de la temperatura será inferior a ± 5 ºC.
  - Portafiltros y filtros: la temperatura del portafiltros y el filtro se mantenga tan cerca como sea posible de la temperatura ambiente (la temperatura del filtro de muestra no debe separarse más de 5 ºC de la temperatura ambiente). Los filtros tendrán una eficiencia de separación de al menos 99,5% para un diámetro aerodinámico de 0,3 µm.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland® CERT ISO 9001 ISO 14001

- Para el LVS (bajo volumen) el diámetro del área libre a través del cual pasa el aire muestreado deberá estar entre 34 mm y 41 mm.
- Para el HVS (Alto bolumen) el diámetro del área libre a través del cual pasa el aire muestreado deberá estar entre 135 mm y 143 mm.

o Sistema de control de flujo: el control de flujo debe ser tal que el volumen muestreado de aire en condiciones ambientales por unidad de tiempo se mantenga constante.

o El caudal volumétrico a través del cabezal debe ser controlable a un valor nominal de 2,3 m^3/h en condiciones ambientales para el cabezal normalizado LVS y 30 m^3/h para el cabezal normalizado HVS. En este caso se muestrea a 30 m^3/h con un total de 720 m^3/día.

El valor instantáneo del caudal debe mantenerse constante dentro del 5% del valor nominal en condiciones ambientales.

El caudal volumétrico medio durante el periodo de medida debe estar dentro del 2% del valor nominal.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

2.5. Tabla de resultados

ITURRAMA CALIDAD AMBIENTAL PM 2,5 AÑO 2014			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método gravimétrico (µg/m3)**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**
1	15.01.14	8,2	11,4
2	18.01.14	4,6	6,6
3	21.01.14	8,9	14
4	08.02.14	4,0	4,7
5	13.02.14	6,5	7,5
6	16.02.14	6,4	8,1
7	19.02.14	6,3	8,1
8	22.02.14	7,2	10,2
9	25.02.14	7,1	8,2
10	28.02.14	6,1	9,6
11	03.03.14	3,6	5
12	12.03.15	44,5	57
13	15.03.16	22,2	30,9
14	18.03.16	15,4	16,9
15	21.03.16	17,2	23
16	25.03.16	4,6	7,8
17	29.03.16	7,8	8,1
18	07.04.14	12,2	9,8
19	10.04.14	12,2	12,8
20	13.04.14	11,0	14,9
21	15.04.14	16,6	15,4
22	18.04.14	9,7	9,3
23	21.04.14	4,6	5,9
24	24.04.14	5,7	8,3
25	27.04.14	5,3	7,7
26	29.04.14	10,8	6,6
27	02.05.14	3,3	5,4
28	06.05.14	11,3	14,9
29	09.05.14	8,3	7,3
30	12.05.15	6,1	9,8
31	15.05.15	8,2	6,7
32	18.05.15	9,2	9
33	21.05.15	9,0	12,6
34	24.05.15	4,9	9,6

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

ITURRAMA CALIDAD AMBIENTAL PM 2,5 AÑO 2014			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método gravimétrico (µg/m3)**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**
35	28.05.15	5,4	7,2
36	10.06.15	9,0	6,7
37	13.06.15	12,8	15,8
38	17.06.15	9,6	10,8
39	21.06.15	10,9	14,3
40	25.06.15	10,0	11
41	28.06.15	7,4	9,4
42	01.07.14	6,3	10
43	04.07.14	7,1	11,5
44	07.07.14	10,6	5,9
45	10.07.14	6,7	11,5
46	13.07.14	11,5	10,4
47	22.07.14	8,8	11,7
48	25.07.14	12,0	15,8
49	28.07.14	10,8	13,3
50	31.07.14	10,7	9,7
51	26.08.14	12,8	9,3
52	22.09.14	12,5	9
53	25.09.14	22,7	23
54	28.09.14	10,8	10,4
55	01.10.14	10,6	10,5
56	04.10.14	11,4	13,2
57	10/10/2014	7,2	7,2
58	13/10/2014	4,3	3,2
59	16/10/2014	9,5	5,4
60	19/10/2014	15,4	11,9
61	22/10/2014	5,6	6,6
62	25/10/2014	14,3	14,5
63	28/10/2014	13,4	20,4
64	31/10/2014	17,0	26
65	03/11/2014	9,0	6,5
66	06/11/2014	7,8	7,2
67	09/11/2014	5,7	4,9
68	12/11/2014	7,4	7,7
69	15/11/2014	8,5	3,7

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

ITURRAMA CALIDAD AMBIENTAL PM 2,5 AÑO 2014			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método gravimétrico (µg/m3)**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**
70	18/11/2014	10,6	8,7
71	21/11/2014	7,5	16,5
72	25/11/2014	6,1	9,1
73	28/11/2014	7,8	4,2
74	01/12/2014	4,3	5,7
75	04/12/2014	8,1	5,3
76	07/12/2014	5,1	3,2
77	10/12/2014	8,5	8,9
78	13/12/2014	10,6	8
79	16/12/2014	7,5	4,9
80	19/12/2014	6,1	5,4
81	23/12/2014	10,0	9
82	30/12/2014	7,8	5,4

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

2.6. Control de Calidad

Se han realizado dos blancos a lo largo de los muestreos con la finalidad de obtener controles de calidad. Se trataría de blancos de campo y de laboratorio.

Las fechas de realización de los controles de calidad han sido:

- Día 31 de Mayo de 2014, enviado a LABAQUA.
- Día 03 de Junio de 2014, enviado a LABAQUA

Los resultados obtenidos se consideran buenos porque en los tres, el resultado ha sido inferior a límite de detección del laboratorio.

2.7. Correlación

La gráfica corresponde a la correlación existente entre las mediciones de PM 2,5 con el equipo MCV respecto al equipo BAM 1020. El coeficiente de correlación obtenido es de 0.80 (R2=0.80), este valor indica que los dos equipos son muy concordantes e indicaría que las medidas de los dos equipos tienen la misma tendencia y el estudio sería correcto estadísticamente hablando.

Esta gráfica se ha obtenido con 116 valores brutos, como establece el RD 102/2011.

Durante 350 días:

- Inicio: 17.01.2014
- Fin: 30.12.2014
- Pareja de valores obtenidos: 116
- Blancos: 3
- Outlyers: 34
- Pareja de datos validados: 82

La R^2 obtenida ha sido mayor de 0,8; y, la “b” de la recta (y=ax+b) tiene que ser +/- 5, valores que cumple el estudio realizado.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

La recta obtenida, si pasa por cero, para este año sería de:

y=1,1321x

R^2=0,81

En caso de obtener una recta que no pase por cero, la recta sería:

y=1,1926x-0,7654

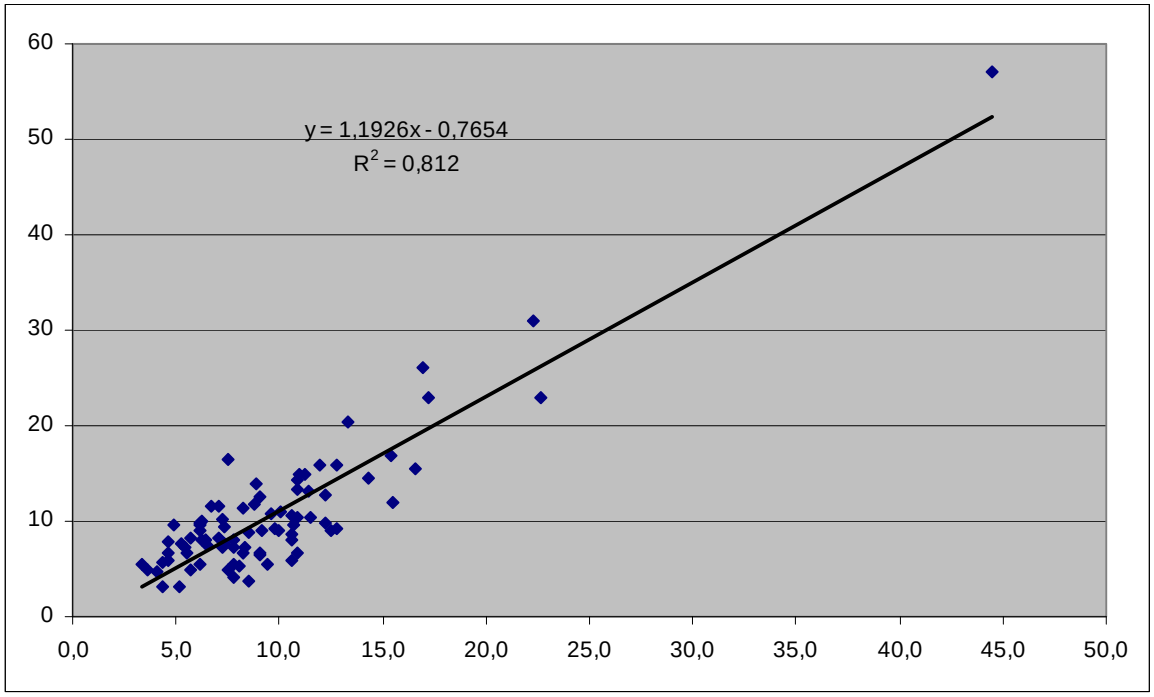
R^2=0,81

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

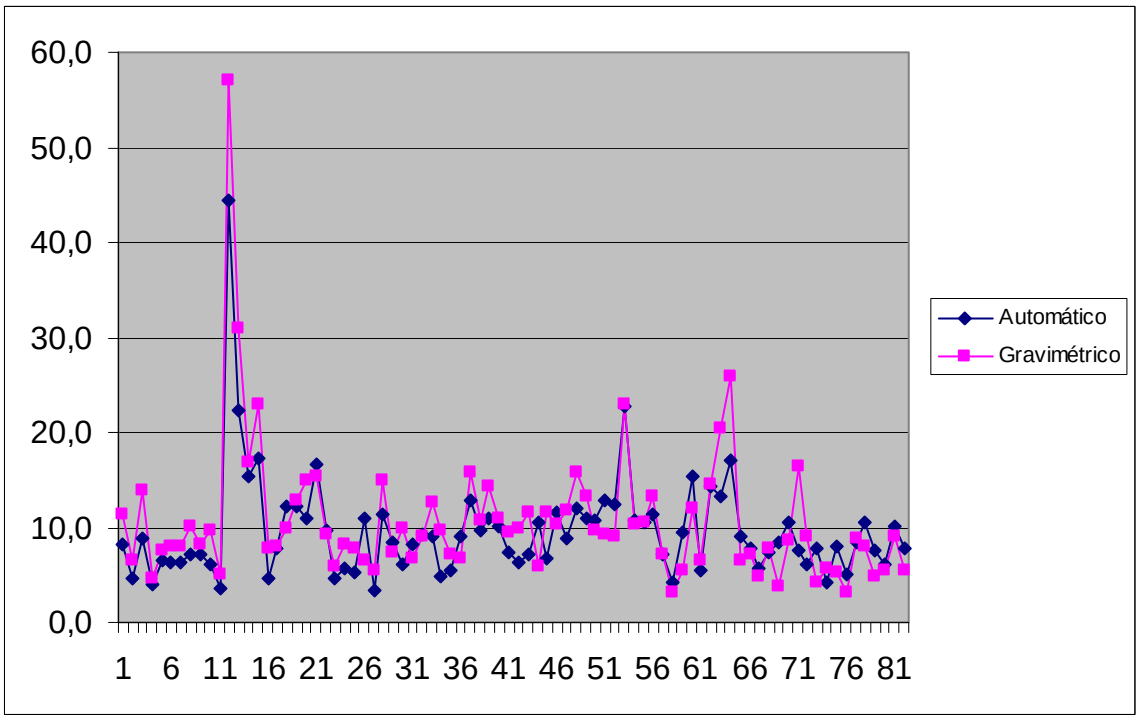
TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

INFORME CALCULO DEL IME ITURRAMA 2014

Gráfico de correlación



Puntos correlación



C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

3. CONCLUSIONES

El equipo de medida en continuo, por lo general, da valores de mayor masa que el equipo gravimétrico

- La máxima diferencia entre los dos equipos se ha dado el día 12.03.1, obteniéndose una diferencia de 12,5 µg/m^3. El equipo de gravimétrico da un resultado de 57,00 µg/m^3 y el equipo de medición en continuo 44,5 µg/m^3.

- La mínima diferencia detectada ha sido el día 10.10.14, este día los dos equipos han dado un valor de 7,2 µg/m^3.

El equipo validado por la norma 14907 mide una media de **1,08 µg/m^3** más que el equipo que mide en continuo.

La media anual del equipo que mide en continuo ha sido de 9,6 µg/m^3 y la media anual del equipo gravimétrico de 10,6 µg/m^3

La media anual de los dos equipos medidos no supera los 25 µg/m^3 que establece el RD 12/2011

Informe concluido en Pamplona a 13 de febrero de 2015

Miguel Barnó Leza

Técnico de GANASA

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

TUVRheinland CERT ISO 9001 ISO 14001

ANEXOS

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ANEXO 1.- Acreditación MCV

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ENAC
CALIBRACIÓN
Nº 175/LC444

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número *Number* CAV-15.01.23-01

Página 1 de 3 páginas
Page _ of _ pages

MCV, S.A.
Laboratorio de Calibración
Autovía A-2 Km. 575
08293 COLLBATÓ
(BARCELONA)
Tel. + 34 93 777 05 00
Fax + 34 93 777 05 50
calib@mcvsa.com
www.mcvsa.com

MCV, S.A.

INSTRUMENTO *Instrument*	**Captador alto volumen**
FABRICANTE *Manufacturer*	**MCV**
MODELO *Model*	**CAV-A/mb**
NÚMERO DE SERIE *Serial number*	**B-092/1151**
CLIENTE *Client*	**Gestión Ambiental de Navarra Padre Adoain 219 Bajo 31015 Pamplona**
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	**23/01/2015**

Signatario autorizado
Autorized signatory

Josep Maria Martínez Trepat
Responsable Laboratorio de Calibración

Documento emitido a
Document issued
23/01/2015

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurements capability of the laboratory and its traceability to national or international standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Coperation (ILAC). IMP140CC1.06

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ENAC CALIBRACIÓN Nº 175/LC444

MCV, S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número *Number* CAV-15.01.23-01

Página 2 de 3 páginas
Page _ of _ pages

METODOLOGÍA

Se ha utilizado la instrucción del Laboratorio de MCV, S.A., IT-140 C para la calibración de captadores de alto volumen. Se ha calibrado el captador de alto volumen con aire atmosférico como fluido de calibración aspirado por la propia bomba del equipo. Se realizan diez lecturas en los puntos 20, 24, 26 y 30 m^3/h en sentido ascendente, y se repite el punto correspondiente a un caudal de 30 m^3/h, al final de la calibración. En cada punto se espera que el equipo haya estabilizado, y la lectura sea correcta. Los equipos utilizados son calibrador de CAV-A y los patrones multímetro FLUKE y caudalímetro másico Patrón 01.3.
Las lecturas realizadas de los parámetros de presión y temperatura de los equipos calibrados corresponden a los respectivos sensores, la ubicación de los cuales se encuentra descrita en el manual del fabricante.

TRAZABILIDAD

Los patrones y equipos de medición tienen garantizada su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, por haber sido calibrados por laboratorios acreditados por ENAC o laboratorios nacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo Multilateral de la EA/ILAC en materia de calibración.

CONDICIONES AMBIENTALES

La temperatura ambiente (temperatura de referencia) del laboratorio ha sido (23 ± 5) ºC y la humedad relativa del laboratorio ha sido (40 ± 20) %hr.

En la tabla de resultados de la calibración se reflejan los valores de presión y temperatura de referencia (condiciones ambientales) y del equipo calibrado para cada uno de los puntos.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura k = 2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02.

Los valores e incertidumbres asignados corresponden al momento de la medida, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

OBSERVACIONES

Los resultados que se indican se refieren exclusivamente al objeto sometido a calibración y descrito en este certificado.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ENAC CALIBRACIÓN Nº 175/LC444

MCV, S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número *Number* CAV-15.01.23-01

Página 3 de 3 páginas
Page _ of _ pages

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Condiciones ambientales de referencia		Patrón	Instrumento calibrado			Corrección (m^3/h)	Incertidumbre expandida (K=2) m^3/h
T_{media} (ºC)	P_{media} (mbar)	Lectura Q (m^3/h)	Lectura Q (m^3/h)	T (ºC)	P (mbar)		
20,2	976,5	30,01	30,0	19,5	973,2	0,01	0,46
19,0	976,8	19,76	20,0	19,1	973,5	-0,24	0,31
18,4	976,9	23,73	24,0	18,4	973,7	-0,27	0,36
19,7	976,9	25,89	26,0	20,0	973,8	-0,11	0,39
19,9	977,0	29,85	30,0	20,5	974,1	-0,15	0,45

Las medidas de caudal están referidas a 0 ºC y 1013,25 mbar.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53