

## Emisiones de fuentes estacionarias

## Determinación de la concentración másica de óxidos de azufre

## Método normalizado de referencia

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 77 *Medio ambiente*, cuya secretaría desempeña UNE.

### **EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 14791**

UNE-EN 14791

Emisiones de fuentes estacionarias  
Determinación de la concentración másica de óxidos de azufre  
Método normalizado de referencia

*Stationary source emissions. Determination of mass concentration of sulphur oxides. Standard reference method.*

*Emissions de sources fixes. Détermination de la concentration massique des oxydes de soufre. Méthode de référence normalisée.*

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 14791:2017.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 14791:2006.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 14791

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

### Asociación Española de Normalización

Génova, 6  
28004 MADRID-España  
Tel.: 915 294 900  
info@une.org  
www.une.org  
Depósito legal: M 32975:2017

© UNE 2017

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

# Índice

Prólogo europeo .....	7
1 Objeto y campo de aplicación.....	8
2 Normas para consulta .....	8
3 Términos y definiciones.....	9
4 Símbolos y abreviaturas .....	14
4.1 Símbolos.....	14
4.2 Abreviaturas.....	15
5 Principio .....	15
5.1 Generalidades.....	15
5.2 Principio de medida .....	16
6 Descripción del sistema de medición.....	16
6.1 Reactivos.....	16
6.1.1 Generalidades.....	16
6.1.2 Peróxido de hidrógeno .....	16
6.1.3 Agua.....	16
6.1.4 Disolución de absorción, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	16
6.1.5 Reactivos para análisis cromatográfico .....	17
6.1.6 Reactivo para análisis por Thorina.....	17
6.2 Equipo de muestreo.....	18
6.2.1 Generalidades.....	18
6.2.2 Sonda de muestreo.....	19
6.2.3 Portafiltro.....	19
6.2.4 Filtro de partículas.....	19
6.2.5 Controlador de temperatura .....	20
6.2.6 Borbotadores.....	20
6.2.7 Bomba de gas de muestra.....	20
6.2.8 Medidor de volumen de gas .....	20
6.3 Equipo de análisis .....	21
6.3.1 Cromatógrafo iónico.....	21
6.3.2 Método de la Thorina .....	22
7 Características de funcionamiento del MNR.....	22
7.1 Generalidades.....	22
7.2 Características de funcionamiento del sistema de muestreo.....	23
7.3 Características de funcionamiento del análisis.....	23
7.3.1 Fuentes de incertidumbre.....	23
7.3.2 Criterio de funcionamiento de análisis .....	24
7.4 Establecimiento de la contribución a la incertidumbre .....	25
8 Operación en campo.....	25
8.1 Planificación de la medición.....	25
8.2 Estrategia de muestreo .....	26
8.2.1 Generalidades.....	26
8.2.2 Sección de medición y plano de medición .....	26
8.2.3 Número mínimo y localización de los puntos de medición.....	26
8.2.4 Puertos de medición y plataforma de trabajo.....	26
8.3 Ensamblaje del equipo .....	26
8.4 Calentamiento de la línea de gas de muestra .....	27
8.5 Ensayo de fugas .....	27

8.6	Realización del muestreo .....	27
8.6.1	Introducción de la sonda de muestreo en el conducto .....	27
8.6.2	Muestreo.....	28
8.6.3	Lavado del sistema de muestreo y preparación de las muestras .....	28
8.7	Serie de medidas.....	28
8.8	Blanco de campo .....	29
8.9	Eficiencia de absorción.....	29
8.9.1	Generalidades.....	29
8.9.2	Ensayo de la eficiencia de absorción .....	29
9	Procedimiento analítico.....	30
9.1	Generalidades.....	30
9.2	Método de cromatografía iónica .....	30
9.2.1	Procedimiento general.....	30
9.2.2	Interferencias .....	31
9.2.3	Calibración.....	31
9.3	Método de la Thorina .....	32
9.3.1	Pretratamiento de la disolución de muestra antes del análisis por el método de la Thorina.....	32
9.3.2	Procedimiento general.....	32
9.3.3	Preparación de una disolución de blanco químico .....	33
9.3.4	Interferentes .....	33
10	Expresión de resultados .....	34
11	Equivalencia de los métodos de la thorina y cromatografía iónica .....	36
11.1	Generalidades.....	36
11.2	Rango .....	36
11.3	Efecto matriz .....	36
11.4	Comparación de repetibilidad y veracidad.....	36
12	Equivalencia de un método alternativo .....	37
13	Informe de medición .....	38
Anexo A (Informativo) Validación del método en campo .....		39
A.1	Generalidades.....	39
A.2	Ensayo en anillo de los métodos analíticos.....	39
A.3	Ensayos de campo .....	40
A.3.1	Generalidades.....	40
A.3.2	Características de las instalaciones .....	41
A.3.3	Límites de cuantificación.....	42
A.3.4	Repetibilidad y reproducibilidad .....	42
A.3.4.1	Generalidades.....	42
A.3.4.2	Repetibilidad.....	44
A.3.4.3	Reproducibilidad.....	46
A.3.5	Eficiencia de absorción.....	48
Anexo B (Informativo) Ejemplos de borboteadores .....		49
Anexo C (Informativo) Ejemplo de evaluación del cumplimiento del método normalizado de referencia para SO <sub>2</sub> con los requisitos de las mediciones de emisión .....		50
C.1	Introducción.....	50
C.2	Elementos requeridos para las determinaciones de incertidumbre.....	50
C.3	Ejemplo de un cálculo de incertidumbre .....	50
C.3.1	Condiciones específicas en campo .....	50
C.3.2	Características de funcionamiento .....	52

C.3.3	Ecuación modelo y aplicación de la regla de propagación de la incertidumbre.....	53
C.3.3.1	Concentración de SO <sub>2</sub> .....	53
C.3.3.2	Calculo de la incertidumbre combinada de V <sub>m,ref</sub> y C <sub>m</sub> .....	54
C.3.3.3	Cálculo de los coeficientes de sensibilidad .....	55
C.3.3.4	Resultados de los cálculos de incertidumbres típicas .....	56
C.3.4	Estimación de la incertidumbre combinada.....	59
Anexo D (Informativo)	Tipo de equipo de muestreo .....	60
Anexo E (Informativo)	Ejemplo de comparación de repetibilidad y veracidad del método de la Thorina y el método de cromatografía iónica .....	61
Anexo F (Informativo)	Calculo de la incertidumbre asociada con una concentración expresada en gas seco y a una concentración de oxígeno de referencia .....	70
F.1	Incertidumbre asociada con una concentración expresada en gas seco .....	70
F.2	Incertidumbre asociada con una concentración expresada a una concentración de oxígeno de referencia.....	72
Anexo G (Informativo)	Cambios técnicos significativos.....	74
Bibliografía	.....	75

## 1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea especifica un método normalizado de referencia (MNR) para la determinación del óxido sulfúrico SO<sub>2</sub>, en gases efluentes emitidos a la atmósfera por conductos y chimeneas. Se basa en un sistema de muestreo y dos principios analíticos: cromatografía iónica y método de la Thorina.

Esta norma europea especifica las características de funcionamiento a determinar y los criterios de funcionamiento a cumplir por los sistemas de medición basados en este método de medición. Aplica al seguimiento periódico y a la calibración o control de los Sistemas Automáticos de Medida (SAM) instalados permanentemente en una chimenea, para propósitos reglamentarios u otros propósitos.

Esta norma europea especifica criterios para la demostración de la equivalencia de un método alternativo al MNR por aplicación de la Norma EN 14793:2017.

Esta norma europea se ha validado en ensayos de campo en incineración de residuos, co-incineración y grandes instalaciones de combustión. Se ha validado para períodos de muestreo de 30 min en el rango de 0,5 mg/m<sup>3</sup> a 2 000 mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> para la variante de cromatografía iónica y de 5 mg/m<sup>3</sup> a 2 000 mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> para el método de la Thorina, de acuerdo con los valores límite de emisión requeridos en la Directiva 2010/75/UE.

NOTA 1 Los valores límite de emisión para SO<sub>2</sub> establecidos en la Directiva 2010/75/UE están en el rango de 30 mg/m<sup>3</sup> a 800 mg/m<sup>3</sup>.

Los valores límites de emisión de las Directivas de la UE se expresan en unidades de mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub>, en base seca y a las condiciones normalizadas de 273 K y 101,3 kPa.

NOTA 2 En el anexo A se dan las características de las instalaciones, las condiciones durante los ensayos de campo y los valores de repetibilidad y reproducibilidad en campo.

## 2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

prEN 13284-1:2015, *Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de polvo con baja concentración en masa. Parte 1: Método gravimétrico manual.*

EN 14793:2017, *Emisiones de fuentes estacionarias. Demostración de la equivalencia de un método alternativo con un método de referencia.*

EN 15259:2007, *Calidad del aire. Emisiones de fuentes estacionarias. Requisitos de las secciones y sitios de medición y para el objetivo, plan e informe de medición.*

EN ISO 14956:2002, *Calidad del aire. Evaluación de la aptitud de un procedimiento de medida por comparación con una incertidumbre de medida requerida (ISO 14956:2002).*

Guía ISO/IEC 98-3:2008, *Incertidumbre de medida. Parte 3: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM:1995).*