



Documento de orientación

Reglamento sobre el seguimiento y la notificación:

Orientaciones sobre la evaluación de incertidumbre

Documento de orientación nº 4 relativo al RSN, versión final de 5 de octubre de 2012

El presente documento forma parte de una serie de textos facilitados por los servicios de la Comisión en apoyo de la aplicación del Reglamento (UE) nº 601/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo¹.

El presente documento recoge las opiniones de los servicios de la Comisión en el momento de su publicación. No es jurídicamente vinculante.

Se han tenido en cuenta los debates mantenidos durante las reuniones del grupo de trabajo técnico informal relativo al Reglamento sobre el seguimiento y la notificación, creado en el marco del Grupo de Trabajo III del Comité del Cambio Climático (CCC), así como las observaciones escritas recibidas de las partes interesadas y de los expertos de los Estados miembros. Este documento de orientación fue aprobado mediante procedimiento escrito concluido el 28 de septiembre de 2012 por los representantes de todos los Estados miembros, salvo uno, presentes en el Comité del Cambio Climático.

Todos los documentos de orientación y las plantillas correspondientes pueden descargarse del sitio web de la Comisión, en la siguiente dirección:

http://ec.europa.eu/clima/policias/ets/monitoring/index_en.htm.

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0030:0104:ES:PDF>

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Acerca de este documento	3
1.2	Cómo utilizar el presente documento	3
1.3	Fuentes de información suplementaria	4
2	IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE	6
2.1	¿Qué es la incertidumbre?	6
2.2	Incertidumbre en el RSN	8
2.3	Síntesis del presente documento	8
3	INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS BASADAS EN EL CÁLCULO	11
3.1	Datos de actividad	11
3.1.1	Sistema de medición sujeto al control del titular	13
3.1.2	Sistema de medición no sujeto al control del titular	27
3.2	Factores de cálculo	31
4	INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS BASADAS EN LA MEDICIÓN	32
5	INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS	33
6	ANEXO I: ACRÓNIMOS Y LEGISLACIÓN	34
6.1	Acrónimos utilizados	34
6.2	Textos legislativos	35
7	ANEXO II: INCERTIDUMBRES DE MEDIDA PRUDENTES PARA LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA MÁS COMUNES	36
	NORMAS APLICABLES: EN 1359:1998 + A1:2006	37
	NORMAS APLICABLES: EN ISO 5167	38
	NORMAS APLICABLES: EN ISO 5167	38
8	ANEXO III: EVALUACIÓN COMPLETA DE INCERTIDUMBRES DE FLUJOS FUENTE	42
8.1	Introducción	42
8.2	Leyes de propagación de errores	45
8.2.1	Cantidades de entrada incorrelacionadas:	45
8.2.2	Cantidades de entrada correlacionadas:	48
8.3	Estudios de casos	49
8.4	Incertidumbre relativa a toda la instalación (metodologías alternativas)	52

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Acerca de este documento

El presente documento forma parte de una serie de documentos de orientación facilitados por los servicios de la Comisión sobre aspectos específicos de seguimiento y notificación en virtud del RCDE UE. Mientras que el Documento de orientación nº 1 presenta un resumen general sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de las instalaciones en el marco del RCDE UE y el Documento de orientación nº 2 hace lo propio en relación con los operadores de aeronaves, el presente documento (Documento de orientación nº 4) explica con más detalle los requisitos aplicables a las evaluaciones de incertidumbre de las instalaciones. Se ha elaborado al objeto servir de apoyo al RSN, así como al Documento de orientación nº 1, con el fin de explicar sus requisitos en un lenguaje no legal. Sin embargo, es preciso tener siempre presente la primacía de los requisitos establecidos en el Reglamento.

El presente documento se refiere a la interpretación del Reglamento en lo relativo a los requisitos de las instalaciones. Se apoya asimismo en las directrices y mejores prácticas desarrolladas durante las dos primeras etapas del RCDE UE (de 2005 a 2007 y de 2008 a 2012), y especialmente en las experiencias adquiridas por los Estados miembros en relación con las DSN 2007, que incluyen un conjunto de orientaciones denominadas notas orientativas del ETSG², elaboradas en el marco de la red IMPEL.

Tiene asimismo en cuenta la valiosa información aportada por el equipo de expertos en materia de seguimiento organizado en el seno del Foro de cumplimiento del RCDE UE, y por el grupo de trabajo técnico informal (GTT) de los expertos de los Estados miembros establecido en el marco del Grupo de Trabajo III del Comité del Cambio Climático.

1.2 Cómo utilizar el presente documento

En el presente documento, los artículos citados sin otras indicaciones siempre se refieren al RSN. En el anexo se ofrece una lista de los acrónimos utilizados, junto con referencias a los textos legislativos y enlaces a otros documentos importantes.



Este símbolo indica que se trata de una recomendación importante para los titulares y las autoridades competentes.

Simplified!

² Grupo de apoyo al RCDE; IMPEL es la Red de la Unión Europea para la aplicación y ejecución de la normativa ambiental. Las notas están disponibles en <http://impel.eu/projects/emission-trading-proposals-for-future-development-of-the-eu-ets-phase-ii-beyond>.

Este indicador se utiliza para destacar las simplificaciones importantes de los requisitos generales del RSN.



El símbolo de la bombilla señala aquellos pasajes donde se presentan las mejores prácticas.



El símbolo que representa una pequeña instalación se utiliza para indicar al lector qué partes son de aplicación a las instalaciones de bajas emisiones.



El símbolo de las herramientas significa que existen otros documentos, plantillas o herramientas electrónicas disponibles en otras fuentes (incluidos los que se encuentran en proceso de preparación).



Con el símbolo del libro se denotan los ejemplos relativos a los temas examinados en el texto contiguo.

1.3 Fuentes de información suplementaria

Todos los documentos de orientación y plantillas elaborados por la Comisión en relación con el RSN y con el RAV pueden descargarse del sitio web de la Comisión, en la dirección siguiente:



http://ec.europa.eu/clima/policias/ets/monitoring/documentation_en.htm

Se facilitan los siguientes documentos³:

- Documento de orientación nº 1: «Reglamento sobre el seguimiento y la notificación – Orientaciones generales para las instalaciones». En este documento se describen los principios y metodologías de seguimiento del RSN aplicables a las instalaciones fijas.
- Documento de orientación nº 2: «Reglamento sobre el seguimiento y la notificación – Orientaciones generales para los operadores de aeronaves». En este documento se describen los principios y metodologías de seguimiento del RSN aplicables al sector de la aviación. Incluye asimismo las instrucciones correspondientes a las plantillas del plan de seguimiento facilitadas por la Comisión.
- Documento de orientación nº 3: «La biomasa en el RCDE UE». Este documento describe la aplicación de los criterios de sostenibilidad de la biomasa, así como los requisitos relativos los artículos 38, 39 y 53 del RSN. Este documento es de utilidad tanto para los titulares de instalaciones como para los operadores de aeronaves.
- Documento de orientación nº 4 (el presente documento): «Orientaciones sobre la evaluación de incertidumbre». El presente documento repite en cierta medida lo

³ En la actualidad, esta lista no es exhaustiva. Puede que se añadan más documentos posteriormente.

expuesto en el Documento de orientación nº 1, Orientaciones generales para las instalaciones, con el fin ofrecer una referencia independiente.

- Documento de orientación nº 5: «Orientaciones sobre muestreo y análisis» (solo para instalaciones). Este documento aborda los criterios aplicables para la utilización de laboratorios no acreditados, la preparación de un plan de muestreo y otra serie de temas relacionados con el seguimiento de las emisiones con arreglo al RCDE UE.
- Documento de orientación nº 6: «Actividades de flujo de datos y sistema de control». Este documento examina las distintas alternativas para describir las actividades de flujo de datos relacionadas con el seguimiento del RCDE UE y la evaluación del riesgo como parte del sistema de control, presentando ejemplos de las actividades de control. Es de utilidad tanto para los titulares de instalaciones como para los operadores de aeronaves.

Además, la Comisión facilita las siguientes plantillas electrónicas⁴:

- Plantilla nº 1: Plan de seguimiento para las emisiones de instalaciones fijas.
- Plantilla nº 2: Plan de seguimiento para las emisiones de los operadores de aeronaves.
- Plantilla nº 3: Plan de seguimiento para los datos sobre toneladas-kilómetro de los operadores de aeronaves.
- Plantilla nº 4: Informe anual de emisiones de las instalaciones fijas.
- Plantilla nº 5: Informe anual de emisiones de los operadores de aeronaves.
- Plantilla nº 6: Informes de datos sobre toneladas-kilómetro de los operadores de aeronaves

Además de estos documentos dedicados al RSN, se halla disponible en la misma dirección un conjunto separado de documentos de orientación relativos al RAV.



Toda la legislación de la UE puede consultarse en EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/>

Los textos legales más relevantes se enumeran en el anexo del presente documento.

Por otro lado, las autoridades competentes de los Estados miembros suelen incluir informaciones útiles en sus propios sitios web. Los titulares de instalaciones, en particular, deben comprobar si su autoridad competente ofrece formación, listas de preguntas más frecuentes, servicios de asistencia técnica, etc.



⁴ En la actualidad, esta lista no es exhaustiva. Puede que se añadan más plantillas posteriormente.

2 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

2.1 ¿Qué es la incertidumbre?

[Este apartado es idéntico al apartado 4.7 del Documento de orientación nº 1 (Orientaciones generales para las instalaciones). Se incluye aquí por razones de exhaustividad y para que el documento pueda leerse de manera independiente.]

Cualquiera que se proponga plantear la pregunta básica sobre la calidad del sistema de SNV en el régimen de comercio de derechos de emisión, probablemente preguntará: «¿Qué calidad tienen los datos», o mejor aún «¿Podemos confiar en las mediciones con las que se elaboran los datos de las emisiones?». Al determinar la calidad de las mediciones, las normas internacionales se refieren al grado de «incertidumbre». Este concepto merece alguna explicación.

Son varios los términos que se utilizan habitualmente como si fueran equivalentes al de incertidumbre. Sin embargo, no se trata de sinónimos, sino que cada uno tiene su significado propio:

- **Exactitud:** significa el grado de coincidencia entre el valor medido de una magnitud y su valor real. Cuando una medición es exacta, la media de los resultados de las mediciones debe aproximarse al valor «real» (que podrá ser, por ejemplo, el valor nominal de un material estándar certificado⁵). En ocasiones, la falta de exactitud de las mediciones puede deberse a un error sistemático, que generalmente se podrá corregir mediante la calibración y ajuste de los instrumentos.
- **Precisión:** designa el grado de coincidencia mutua de las mediciones de una misma magnitud en idénticas circunstancias, es decir, de las mediciones repetidas de un mismo valor. Suele describirse como la desviación estándar de los valores medidos alrededor de su media. Refleja el hecho de que todas las mediciones incluyen un error aleatorio que se puede reducir, pero nunca eliminar por completo.
- **Incetidumbre⁶:** con este término se define el rango de valores dentro del cual se prevé encontrar al valor real con un intervalo de confianza especificado. Es un concepto global que combina la precisión con la exactitud supuesta. Como se muestra en la figura 1, las mediciones pueden ser al mismo tiempo exactas e imprecisas, y viceversa. La situación ideal es que sean precisas y exactas.

Cuando un laboratorio revisa sus métodos para tratar de optimizarlos, por lo general le interesa distinguir entre exactitud y precisión, ya que de esta forma puede identificar mejor los errores y equivocaciones. Así aparecen las distintas causas de

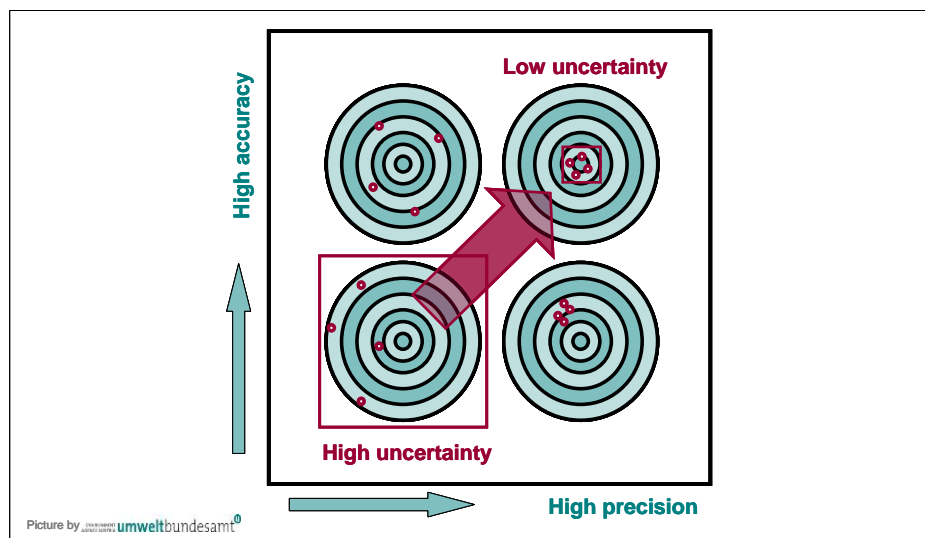
⁵ Incluso una referencia estándar de material, como por ejemplo una copia del kilogramo tipo, adolece de un cierto grado de incertidumbre derivado de su proceso de fabricación. Generalmente esta incertidumbre es muy pequeña en comparación con las que se presentarán posteriormente durante el uso.

⁶ De conformidad con el artículo 3, punto 6, del RSN, se entiende por «incertidumbre» un parámetro asociado al resultado obtenido en la determinación de una magnitud, mediante el cual se caracteriza el grado de dispersión de los valores que cabría atribuir razonablemente a la misma, y que incluye los efectos de los factores de error aleatorios y sistemáticos; se expresa en porcentaje y describe un intervalo de confianza en torno al valor medio que comprende el 95 % de los valores obtenidos, teniendo en cuenta cualquier asimetría presente en la correspondiente distribución.

error, como la falta de mantenimiento y calibración de los instrumentos, o de formación del personal. Por el contrario, los usuarios finales de los resultados de la medición (que en el caso del RCDE son los titulares y la autoridad competente) lo único que quieren saber es la amplitud del intervalo (valor medio de las mediciones \pm incertidumbre) en el que probablemente se halla el valor real.

En el RCDE UE solamente se notifica un único valor de las emisiones en el informe anual de emisiones, y solamente se anota un valor en la tabla de emisiones verificadas del registro. El titular no puede entregar « $N \pm x \%$ » derechos de emisión, sino tan solo un número exacto N, por lo que es obvio que todos tienen interés en cuantificar y reducir en lo posible la incertidumbre «x». Esta es la razón por la que los planes de seguimiento deben ser aprobados por la autoridad competente, y por la que los titulares tienen que demostrar que alcanzan determinados niveles relacionados con las incertidumbres admisibles.

En el capítulo 6 del DO nº 1 se encuentra más información relacionada con la definición de los niveles. La evaluación de incertidumbre, uno de los documentos justificativos que debe acompañar al plan de seguimiento (artículo 12, apartado 1) se examina en la sección 5.3 del DO nº 1.



High accuracy
Low uncertainty
High uncertainty
High precision

Exactitud alta
Incertidumbre baja
Incertidumbre alta
Precisión alta

Figura 1: Ilustración de los conceptos de exactitud, precisión e incertidumbre. El centro de la diana representa el valor real supuesto, y los «disparos» representan los resultados de la medición.

Nota importante: La evaluación de la incertidumbre es necesaria para determinar qué nivel se cumple. El plan de seguimiento siempre tiene que reflejar el nivel realmente aplicado, no el mínimo requerido. El principio general es que los titulares deben tratar de mejorar sus sistemas de seguimiento siempre que sea posible.



Simplified!

2.2 Incertidumbre en el RSN

Al consultar el RSN, el término «incertidumbre» aparece en varias ocasiones. Los apartados más importantes son los siguientes:

- El artículo 12, apartado 1, exige a los titulares de instalaciones que presenten un documento de apoyo del plan de seguimiento que contenga la siguiente información:
 - evidencias⁷ de que se respetan los umbrales de incertidumbre para los datos de actividad;
 - evidencias de que se cumplen los requisitos de incertidumbre para los factores de cálculo, si procede⁸;
 - evidencias de que se cumplen los requisitos de incertidumbre para las metodologías basadas en la medición, si procede;
 - cuando se aplique una metodología alternativa al menos para una parte de la instalación, se debe presentar una evaluación de incertidumbre para las emisiones totales de la instalación al objeto de confirmar que se cumple el umbral de incertidumbre con arreglo al artículo 22, letra c).
- El artículo 47, apartado 4, exime a los titulares de instalaciones de bajas emisiones de presentar una evaluación de incertidumbre a la autoridad competente. El apartado 5 exime asimismo a tales titulares de incluir la incertidumbre de la determinación de los cambios de las existencias en su evaluación de incertidumbre.

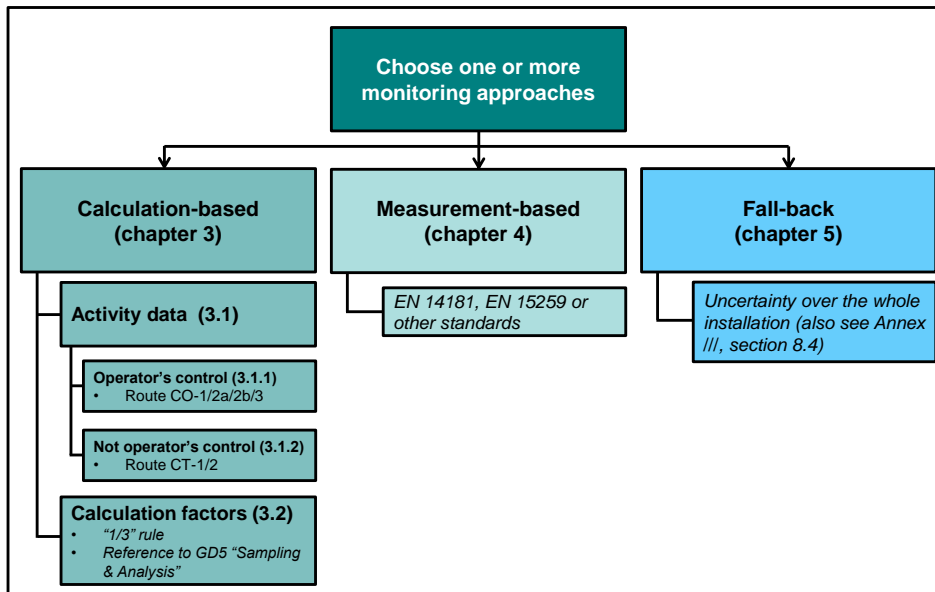
En el presente documento se ofrece una síntesis de la importancia de la incertidumbre y el modo en que esta se trata en el RSN.

2.3 Síntesis del presente documento

La figura 2 debe ayudar a identificar los capítulos pertinentes del presente documento que contengan orientaciones para evaluar la incertidumbre de las metodologías de seguimiento elegidas en una instalación.

⁷ Tales comprobantes pueden consistir, por ejemplo, en facilitar documentos que contengan las especificaciones del fabricante o los cálculos efectuados. Deben ser suficientes para permitir que la autoridad competente apruebe el plan de seguimiento asociado.

⁸ Esto es aplicable únicamente cuando la frecuencia de muestreo para los análisis se determine con arreglo a la norma de un tercio del grado de incertidumbre de los datos de la actividad (artículo 35, apartado 2).



Choose one or more monitoring approaches	Seleccione una o varias metodologías de seguimiento
Calculation-based (chapter 3)	Basadas en el cálculo (capítulo 3)
Activity data (3.1)	Datos de actividad (3.1)
Operator's control (3.1.1) Route CO-1/2a/2b/3	Sujeto al control del titular (3.1.1) Vía CO-1/2a/2b/3
Not operator's control (3.1.2)	No sujeto al control del titular (3.1.2) Vía CT-1/2
Calculation factors (3.2) 1/3 rule Reference to GD5 «Sampling & analysis»	Factores de cálculo (3.2) Norma «1/3» Referencia al DO nº 5 «Muestreo y análisis»
Measurement-based (chapter 4)	Basadas en la medición (capítulo 4)
EN 14181, EN 15259 or other standards	EN 14181, EN 15259 u otras normas
Fall-back (chapter 5)	Alternativas (capítulo 5)
Uncertainty over the whole installation (also see Annexe III, section 8.4)	Incertidumbre relativa a toda la instalación (véase asimismo el anexo III, sección 8.4)

Figura 2: Capítulos y secciones del presente documento pertinentes en relación con la determinación de la incertidumbre

El presente documento se divide en capítulos con arreglo a la metodología de seguimiento aplicada:

- Las metodologías basadas en el cálculo se tratan en el capítulo 3.
- Para las metodologías basadas en la medición, consúltese el capítulo 4.
- Las metodologías alternativas se describen en el capítulo 5.

Debido a la disponibilidad de diversas opciones de simplificación en el marco del RSN, el titular dispone de varias vías para demostrar el

cumplimiento de los niveles de incertidumbre correspondientes a determinados niveles, tal como se ilustra en la figura 2. Estas opciones (o vías) corresponden a códigos asignados a lo largo del presente documento. Por ejemplo, si se aplica una metodología basada en el cálculo y los datos de actividad de un flujo fuente son objeto de seguimiento mediante un sistema de medición no sujeto al control del titular, el capítulo 3 y los apartados 3.1 y 3.1.2 (vías CT-1, CT-2 o CT-3) ofrecerán orientaciones pertinentes para la evaluación de incertidumbre relacionada con tales datos de actividad.

3 INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS BASADAS EN EL CÁLCULO

La siguiente fórmula ilustra el cálculo de emisiones relacionadas con el caso más común, es decir, la combustión de combustibles, utilizando la metodología de cálculo normalizada de conformidad con el artículo 24, apartado 1:

Ejemplo: Seguimiento basado en el cálculo de combustiones de combustible

$$Em = DA \cdot VCN \cdot FE \cdot FO \cdot (1 - FB)$$

donde:

Em Emisiones [t CO₂]

DA..... Datos de actividad (= cantidad de combustible) [t o Nm³]

VCN.... Valor calorífico neto [TJ/t o TJ/Nm³]

FE..... Factor de emisión [t CO₂/TJ, t CO₂/t o t CO₂/Nm³]

FO..... Factor de oxidación [sin dimensiones]

FB..... Fracción de biomasa [sin dimensiones]



Para cada parámetro, el RSN define los niveles que se aplicarán, siempre que sean técnicamente viables y no generen costes irrazonables.

Dichos parámetros pueden dividirse en los siguientes dos tipos:

- **Datos de actividad (DA):** los niveles se refieren aquí a la incertidumbre mínima necesaria durante el período de notificación relativa a la cantidad de combustible quemado (la incertidumbre se analiza en la sección 3.1 a tal efecto).
- **Factores de cálculo (VCN, FE, contenido de carbono, etc.):** los niveles se relacionan en este caso con la metodología específica definida en el RSN para la determinación de cada factor, por ejemplo, hacer uso de valores por defecto o llevar a cabo análisis (las cuestiones relativas a la incertidumbre correspondientes se analizan en la sección 3.2).

3.1 Datos de actividad

Téngase en cuenta que todo lo expuesto aquí en relación con los datos de actividad de un flujo fuente controlado mediante una metodología basada en el cálculo también es aplicable al material entrante o saliente de un flujo fuente controlado mediante una metodología de balance de masas.

Los niveles correspondientes a los datos de actividad de un flujo fuente (véase la sección 4.5 del DO nº 1) se definen mediante los valores umbral de la incertidumbre máxima admisible para la determinación de la cantidad de combustible o material utilizada durante un período de notificación. El cumplimiento de las condiciones de un nivel determinado se demuestra

mediante la presentación de una evaluación de incertidumbre a la autoridad competente junto con el plan de seguimiento, excepto en el caso de una instalación de bajas emisiones. A título de ejemplo, el cuadro 1 muestra las definiciones de nivel correspondientes a la combustión de combustibles. La lista completa de los umbrales de nivel puede consultarse en la sección 1 del anexo II del RSN.

Cuadro 1: Definiciones típicas de los niveles para los datos de actividad basadas en la incertidumbre; el ejemplo se refiere a la combustión de combustibles.

Nivel nº	Definición
1	La cantidad de combustible [t] o [Nm ³] consumida durante el período de notificación ⁹ se determina con una incertidumbre máxima inferior al ± 7,5 % .
2	La cantidad de combustible [t] o [Nm ³] consumida durante el período de notificación se determina con una incertidumbre máxima inferior al ± 5,0 % .
3	La cantidad de combustible [t] o [Nm ³] consumida durante el período de notificación se determina con una incertidumbre máxima inferior al ± 2,5 % .
4	La cantidad de combustible [t] o [Nm ³] consumida durante el período de notificación se determina con una incertidumbre máxima inferior al ± 1,5 % .

Obsérvese que la incertidumbre señalada se refiere a «todas las fuentes de incertidumbre, incluidas las relativas a los instrumentos, a la calibración, a cualquier incertidumbre adicional derivada de la forma de utilizar los instrumentos en la práctica y a las influencias del entorno», salvo que sean de aplicación simplificaciones. También debe incluirse la incertidumbre asociada a la determinación de los cambios de las existencias entre el principio y el final del período, cuando proceda (véase el ejemplo de la sección 8.3 del anexo III).

En principio, existen dos posibilidades para determinar los datos de actividad de conformidad con el artículo 27, apartado 1:

- mediante equipos de medida que registren continuamente el proceso responsable de las emisiones,
- sumando las medidas de cada cantidad entregada por separado, teniendo en cuenta los cambios pertinentes de las existencias.

El RSN no impone al titular la obligación de equipar a la instalación con instrumentos de medida sin importar su coste. Esto supondría una contradicción con el planteamiento del RSN sobre la relación coste-beneficio. Pueden utilizarse instrumentos que estén:

- **sujetos al control del propio titular** (véase la sección 3.1.1.1), o
- **sujetos al control de otras partes** (en particular, los proveedores de combustible; véase la sección 3.1.2). En el contexto de una transacción comercial como la compra de combustible, ocurre a menudo que la medición la realiza únicamente una de las partes de la transacción. La otra parte puede suponer que la incertidumbre

⁹ El período de notificación es el año natural.

asociada con la medición es razonablemente baja, en caso de que estas mediciones estén sometidas a control metrológico legal. Como alternativa es posible incluir en los contratos de suministro cláusulas relativas al control de la calidad de los contadores, y en particular a su mantenimiento y calibración. Sin embargo, el titular debe obtener una confirmación del grado de incertidumbre asociado con estos contadores, con el fin de averiguar si es posible alcanzar el nivel requerido.

De este modo, el titular puede elegir entre utilizar sus propios instrumentos o confiar en los instrumentos del proveedor. Sin embargo, el RSN otorga una cierta preferencia a los instrumentos propiedad del titular. Si este decide utilizar otros instrumentos, a pesar de disponer de los suyos propios, debe justificar ante la autoridad competente que, en comparación con la metodología basada en sus propios instrumentos, la que se sirve de los instrumentos del proveedor le permite cumplir como mínimo con el mismo nivel, arroja resultados más fiables y es menos susceptible de sufrir riesgos de control. Esta justificación debe ir acompañada de una evaluación de riesgo simplificada.

Una excepción a esta disposición se recoge en el artículo 47, apartado 4¹⁰, que permite a los titulares de instalaciones de bajas emisiones determinar la cantidad de combustible o material mediante los registros de compra disponibles y documentados y las variaciones estimadas de las existencias, sin necesidad de comparar la calidad de sus instrumentos con la de los instrumentos del proveedor.

En el presente documento se analizan diversas formas de evaluación de incertidumbre. Debe tenerse en cuenta que muchas de estas opciones han de considerarse simplificaciones de la evaluación de incertidumbre completa. Sin embargo, ninguna de las vías simplificadas debe considerarse la preferida. En general al titular siempre se le permite realizar una evaluación de incertidumbre individual (completa) (véase el anexo III del presente documento).



3.1.1 Sistema de medición sujeto al control del titular

3.1.1.1 Aspectos generales

Si el titular utiliza resultados de medición basados en sistemas de medición sujetos a su control, debe asegurarse de cumplir el umbral de incertidumbre del nivel correspondiente. Por consiguiente, es necesaria una evaluación de incertidumbre. Aunque los titulares de las instalaciones de bajas emisiones estén exentos de la obligación de facilitar la evaluación de incertidumbre a la autoridad competente, podrían necesitar dicha

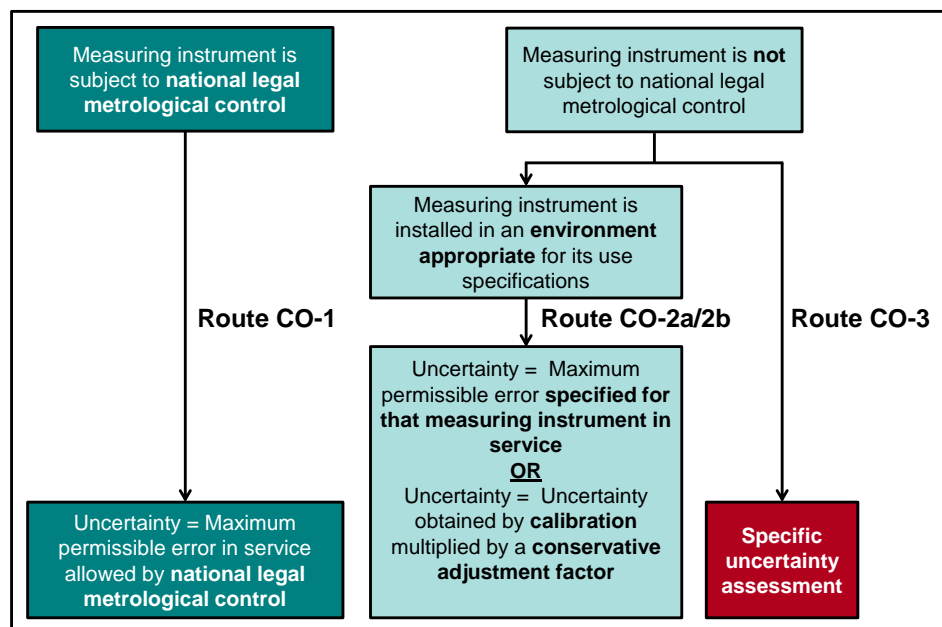


¹⁰ Artículo 47, apartado 4: «Como excepción a lo dispuesto en el artículo 27, el titular de una instalación de bajas emisiones podrá determinar las cantidades de combustible o material basándose en los registros de compras disponibles y documentados y en los cambios estimados en los niveles de las existencias. El titular estará exento igualmente del requisito de presentar a la autoridad competente la evaluación de incertidumbre a que hace referencia el artículo 28, apartado 2.».

evaluación para sus propios fines, por ejemplo, para demostrar el cumplimiento de un nivel de datos de actividad específico.

Existen diversas fuentes de incertidumbre, en particular los errores debidos a la falta de precisión (que en principio consiste en la incertidumbre especificada por el fabricante para el uso del instrumento de medida en un entorno apropiado, además de determinadas condiciones de la instalación, como la longitud de tubería recta antes y después del contador), y los errores debidos a la falta de exactitud (por ejemplo los provocados por la antigüedad o corrosión del instrumento, que puede tener como resultado una deriva en la medición). Por consiguiente, el RSN requiere que la evaluación de incertidumbre tenga en cuenta la correspondiente al instrumento de medida, así como la influencia de la calibración y de otros parámetros. Sin embargo, en la práctica esta evaluación de incertidumbre es muy costosa y puede exceder, en ocasiones, los recursos de muchos titulares. Para el investigador ambicioso, una evaluación de incertidumbre «no termina nunca». Siempre es posible tener en cuenta más fuentes de incertidumbre. Por consiguiente, existe cierta necesidad de pragmatismo y de centrar la evaluación en los parámetros más relevantes que contribuyen a la incertidumbre. El RSN permite adoptar una serie de simplificaciones pragmáticas.

En la figura 3 se exponen diferentes metodologías de evaluación de la incertidumbre, establecidas en virtud del RSN para demostrar el cumplimiento de los requisitos de nivel del Reglamento.



Measuring instruments is subject to national legal metrological	El instrumento de medida está sujeto al control metrológico
--	--

control	legal nacional
Route CO-1	Vía CO-1
Uncertainty= Maximum permissible error in service allowed by national legal metrological control	Incertidumbre = error máximo de funcionamiento admisible con arreglo al control metroológico legal nacional
Measuring instrument is not subject to national legal metrological control	El instrumento de medida no está sujeto al control metroológico legal nacional
Measuring instrument is installed in an environment appropriate for its use specifications	El instrumento de medida está instalado en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso
Route CO-2a/2b	Vía CO-2a/2b
Uncertainty=Maximum permissible error specified for that measuring instrument in service OR Uncertainty=Uncertainty obtained by calibration multiplied by a conservative adjustment factor .	Incertidumbre = error máximo admisible especificado para dicho instrumento de medida en servicio O Incertidumbre = incertidumbre obtenida a través de la calibración multiplicada por un factor de ajuste prudente
Route CO-3	Vía CO-3
Specific uncertainty assessment.	Evaluación específica de la incertidumbre

Figura 3: Datos de actividad en metodologías basadas en el cálculo: metodologías para la determinación de la incertidumbre alcanzada («C» significa basada en el cálculo, «O» significa instrumento sujeto al control del titular)

El titular podrá simplificar la evaluación de incertidumbre, si

- El instrumento de medida¹¹ está sujeto a control metrológico legal (**vía CO-1**). En este caso, el error máximo de funcionamiento admisible establecido en la normativa metrológica nacional puede utilizarse como incertidumbre global.
- El instrumento de medida¹¹ no está sometido al control metrológico legal nacional pero está instalado en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso. En tal caso, el titular podrá suponer que la incertidumbre durante todo el período de notificación, según exigen las definiciones del nivel de los datos de actividad del anexo II del RSN, equivale a:
 - el error máximo de funcionamiento admisible especificado para dicho instrumento (**vía CO-2a**), o
 - cuando se conozca y sea inferior, la incertidumbre obtenida a través de la calibración, multiplicada por un factor de ajuste prudente que tenga en cuenta el efecto de la incertidumbre del instrumento en servicio (**vía CO-2b**).

Cuando dichas simplificaciones no sean aplicables o no demuestren el cumplimiento del nivel exigido, deberá llevarse a cabo una evaluación de incertidumbre específica de conformidad con la **vía CO-3** y el anexo III. El titular no está obligado a utilizar ninguna de las metodologías simplificadas. Siempre puede recurrir a la vía CO-3.

3.1.1.2 Selección de una metodología



El titular que pretenda aplicar la metodología más simple deberá comprobar primero si es aplicable la vía CO-1, es decir, si el instrumento de medida está sujeto a control metrológico legal nacional y si se cumple al menos el nivel requerido¹². Si el error máximo de funcionamiento admisible establecido en la legislación pertinente para el control metrológico legal nacional es mayor que la incertidumbre requerida para el nivel que debe cumplirse, el titular podrá utilizar otra metodología menos simplificada, es decir, la vía CO-2a o CO-2b. Únicamente si tales metodologías no dan lugar al resultado requerido, el titular deberá llevar a cabo una evaluación de incertidumbre específica de acuerdo con la vía CO-3 y el anexo III.

Sea cual fuere la vía elegida, el resultado deberá demostrar de manera inequívoca que la incertidumbre determinada cumple el nivel necesario. En caso de que no suceda así, el titular deberá adoptar las medidas necesarias para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento RSN a través de:

¹¹Téngase en cuenta que se hace uso de la forma singular, «instrumento de medida», por mor de la sencillez. En el caso de se utilicen varios instrumentos en la determinación de los datos de la actividad de un único flujo fuente, las simplificaciones se aplicarán a todos ellos. La incertidumbre relativa a los datos resultantes de la actividad en las unidades requeridas podrá determinarse mediante la propagación de errores (véase el anexo III).

¹² En cuanto a las metodologías basadas en el cálculo, el artículo 26 del RSN define qué nivel se aplicará, en función de la categoría de la instalación y del tipo de flujo fuente. Para más información, consúltese el Documento de orientación nº 1.

- la adopción de medidas correctoras, es decir, la instalación de un sistema de medición que cumpla los requisitos de nivel, o
- la aportación de justificantes de que el cumplimiento del nivel exigido es técnicamente inviable o genera unos costes irrazonables, y la utilización del nivel inferior inmediato, de conformidad con el resultado de la evaluación de incertidumbre.

3.1.1.3 Simplificación («vía CO-1»)

El instrumento de medida está sujeto a control metrológico legal nacional (CMLN)

Incertidumbre global = error máximo de funcionamiento admisible (EMFA)

Simplified!

La primera simplificación que permite el RSN es la más sencilla de llevar a la práctica: si el titular es capaz de demostrar a satisfacción de la AC que un instrumento de medida está sujeto al control metrológico legal nacional (CMLN), es posible utilizar como valor de la incertidumbre global el error máximo de funcionamiento admisible (EMFA) autorizado por la normativa metrológica nacional, sin necesidad de ulteriores justificaciones¹³. El justificante más apropiado de que un instrumento está sujeto al CMLN es un certificado de verificación oficial del mismo¹⁴.

El CMLN suele ser aplicable en caso de que las transacciones comerciales exijan la referencia a normas aceptadas (trazabilidad). En el marco del CMLN, cada tipo de instrumento de medida se evalúa analizando los resultados de medición obtenidos mediante un gran número de ensayos.

En general, los instrumentos de medida sujetos al CMLN se consideran más fiables, ya que es obligatoria una evaluación de los mismos y ha de comprobarlos y calibrarlos (calibración, véase la vía CO-2b) una autoridad pública o un organismo acreditado.



Información de referencia sobre los errores máximos admisibles en el marco del CMLN

*En el marco del control metrológico legal, la calibración se considera válida cuando la incertidumbre derivada del procedimiento de calibración es inferior al **error máximo admisible (EMA) en la verificación**. «En la verificación» es un término metrológico y no debe confundirse con la verificación con arreglo al RCDE UE.*

Por otra parte, se considera que el equipo sometido a funcionamiento normal se ve expuesto a unas condiciones de medición que podrían repercutir en el resultado de la

¹³ La filosofía en que se basa este planteamiento es que el control debe ser ejercido aquí no por la AC responsable del RCDE UE, sino por el organismo encargado del control metrológico. De este modo se evita la doble reglamentación y se reduce la burocracia.

¹⁴ El artículo 3, letra c), de la DIM (2004/22/CE) define el «control metrológico legal» como el control de las operaciones de medición correspondientes al campo de aplicación de un instrumento de medida, realizado por motivos de interés general, salud pública, seguridad y orden públicos, protección del medio ambiente, recaudación fiscal, protección de los consumidores y vigilancia de las prácticas comerciales.

misma. Este aspecto dio lugar a la introducción de un parámetro denominado **error máximo de funcionamiento admisible (EMFA)**. Este valor representa una estimación fiel de la incertidumbre de un dispositivo en funcionamiento normal sometido a un control metrológico legal periódico que cumple las normas asociadas. Establece un umbral para los controles simplificados que podrían aplicarse durante el funcionamiento normal y, por tanto, ha de considerarse como la incertidumbre que cabe atribuir al funcionamiento diario del equipo de medición. Ello significa que el EMFA es más adecuado para asegurar un intercambio equitativo de bienes, objetivo último del control metrológico legal.

En el caso de ciertos instrumentos de medida, el EMA «en condiciones de funcionamiento declaradas»¹⁵ se regula en la **Directiva relativa a los instrumentos de medida (2004/22/CE)** o en la **Directiva relativa a los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático (2009/23/CE)**, que tienen el objetivo de crear un mercado común de instrumentos de medida en los Estados miembros de la UE. El EMFA está sujeto a la legislación nacional. Los sistemas de control metrológico suelen aplicar un factor de 2 para convertir el error máximo admisible obtenido de la verificación en el error máximo de funcionamiento admisible (EMFA). Cabe mencionar que este factor no se deriva de estadísticas (contrariamente a la diferencia entre la norma y la incertidumbre ampliada) sino que se desprende de la experiencia general en el ámbito de la metrología legal con los instrumentos de medida que han superado con éxito los ensayos de homologación de tipo¹⁶.

3.1.1.4 Simplificación («vía CO-2a»)

Simplified!

El instrumento de medida no está sometido al control metrológico legal nacional pero está instalado en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso.

Incertidumbre global = error máximo de funcionamiento admisible

La segunda simplificación que permite el RSN se aplica a los instrumentos de medida que no están sujetos a control metrológico legal nacional pero están instalados en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso.



Para la segunda etapa del RCDE, el denominado documento de orientación del ETSG¹⁷ (Grupo de Apoyo al RCDE) propuso un

¹⁵ El anexo I de la DIM lo define del modo siguiente: «Las condiciones nominales de funcionamiento son los valores para el mensurando y para la magnitud de influencia que configuran las condiciones normales de trabajo de un instrumento». Por consiguiente, la definición de EMA ofrecida en la DIM se refiere al error máximo de funcionamiento admisible (EMFA). No obstante, cabe señalar que la DIM sólo regula la comercialización y la puesta en uso. No regula la calibración o el mantenimiento que deben llevarse a cabo durante el funcionamiento.

¹⁶ En función de la experiencia específica recabada en relación con ciertos tipos de aparatos, se utilizan con frecuencia otros valores para este factor, desde 1,25 (por ejemplo, en sistemas de pesaje automático) hasta 2,5 (por ejemplo, en dispositivos de medición de la velocidad de circulación).

¹⁷ Las notas están disponibles en <http://impel.eu/projects/emission-trading-proposals-for-future-development-of-the-eu-ets-phase-ii-beyond>

procedimiento simplificado que permitía utilizar una aproximación a la incertidumbre total de los datos de actividad de un flujo fuente basada en la incertidumbre conocida de un tipo de instrumento específico, a condición de que las restantes fuentes de incertidumbre fueran lo suficientemente reducidas. En particular, se considera que se cumple dicha condición cuando se instala el instrumento de acuerdo con determinadas especificaciones obligatorias. El documento de orientación del ETSG incluye una relación de tipos de instrumentos y especificaciones de instalación que ayudan al usuario a aplicar este método.

El RSN ha asumido el principio en que se basa este planteamiento y permite al titular utilizar «los errores máximos admisibles (EMA) especificados para los instrumentos de medida *en servicio*»¹⁸ (EMFA) como si fueran una representación adecuada de la incertidumbre global, siempre que dichos instrumentos de medida hayan sido instalados en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso. Cuando no se disponga de información relativa al error máximo de funcionamiento admisible (EMFA), o cuando el titular pueda conseguir otros resultados mejores que los valores por defecto, podrá utilizarse la incertidumbre determinada por medio de la calibración, multiplicada por un factor de ajuste prudente para tener en cuenta la mayor incertidumbre que se introduce cuando el instrumento se encuentra «en servicio». Esta última metodología corresponde a la vía CO-2b.

El RSN no especifica con mayor detalle la fuente de información para el EMFA¹⁹ ni las especificaciones de uso apropiadas, dejando un cierto margen de flexibilidad. Cabe suponer que

- las especificaciones del fabricante,



- las normas del control metrológico legal y
- documentos de orientación como los publicados por la Comisión²⁰

son fuentes adecuadas de EMFA. Las incertidumbres dadas en este contexto sólo podrán considerarse valores de incertidumbre global si los instrumentos de medida están instalados en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso (lo que incluye las etapas 1 a 4 *infra*). De ser el caso, cabe considerar que los valores extraídos de estas fuentes representan los EMFA y que no es necesaria corrección adicional alguna del valor de incertidumbre.

El titular puede suponer que se ajusta a los requisitos del RSN en estos casos si demuestra que se cumplen todos los requisitos correspondientes a las cuatro etapas siguientes:

¹⁸ El EMFA es significativamente mayor que el EMA del nuevo instrumento. El EMFA se expresa a menudo como factor multiplicador del EMA del nuevo instrumento.

¹⁹ Téngase en cuenta que el EMA y el EMFA de instrumentos sujetos a CMLN se basan en la experiencia y no son transferibles a la medición industrial. Se utiliza la misma denominación para instrumentos no sujetos a CMLN únicamente en aras de la sencillez.

²⁰ En el anexo II del presente documento de orientación se exponen valores prudentes relativos a intervalos de incertidumbre de instrumentos de medida comunes y condiciones adicionales.



Etapas 1: Se dispone de las condiciones de funcionamiento relativas a los parámetros de influencia pertinentes²¹

La especificación del fabricante para dicho instrumento de medida comprenderá las condiciones de funcionamiento, es decir, la descripción del entorno apropiado según sus especificaciones de uso, relativas a los parámetros de influencia pertinentes (por ejemplo, flujo, temperatura, presión, medio, etc.) y las desviaciones máximas admisibles para tales parámetros de influencia. Alternativamente, el fabricante podrá haber declarado que el instrumento de medida cumple una norma internacional (CEN o ISO) u otro documento normativo (como recomendaciones de la OIML²²) que establezca condiciones de funcionamiento admisibles en relación con los parámetros de influencia pertinentes.

Etapas 2: Se cumplen las condiciones de funcionamiento relativas a los parámetros de influencia pertinentes

El titular demostrará que se cumplen las condiciones de funcionamiento relativas a los parámetros de influencia pertinentes. En relación con tales justificantes, los titulares deberán elaborar una lista de comprobación de los parámetros de influencia pertinentes (por ejemplo, véase la sección 8.1, concretamente el cuadro 2 y el cuadro 3) para diversos instrumentos de medida y comparar, en relación con cada parámetro, el rango especificado con el rango utilizado. Esta lista deberá facilitarse a la autoridad competente en el marco de la evaluación de la incertidumbre en el momento en que se presente un plan de seguimiento nuevo o actualizado.

El resultado de esta etapa consistirá en una evaluación con arreglo a la que

- el instrumento de medida está instalado de manera apropiada,
- el instrumento de medida es el adecuado para medir el medio de interés,
- no existe ningún otro factor que pudiera repercutir negativamente en la incertidumbre del instrumento de medida.

Sólo si se dan todas esas circunstancias cabrá suponer que el EMFA proporcionado en la fuente apropiada (véase *supra*) es adecuado para utilizarse sin correcciones adicionales.

Etapas 3: Ejecución de procedimientos de calibración de calidad garantizada

²¹ Los instrumentos de medida con marcado «CE» cumplen los requisitos básicos establecidos en el anexo I de la DIM. Este anexo exige a los fabricantes que especifiquen tales condiciones de funcionamiento adecuadas. Si las especificaciones del fabricante no contienen requisitos para las condiciones de funcionamiento en relación con los parámetros de influencia pertinentes, el operador estará obligado a llevar a cabo una evaluación de incertidumbre individual (vía CO-3). No obstante, en los casos sencillos, un juicio experto puede ser suficiente, en particular en el caso de los flujos fuente secundarios y de *minimis* y de las instalaciones de bajas emisiones.

²² Documentos que contienen especificaciones técnicas adoptadas por la Organización Internacional de Métrológica Legal (OIML). <http://www.oiml.org/>

El titular demostrará que la calibración periódica (calibración, véase vía CO-2b) la lleva a cabo un organismo acreditado de acuerdo con la norma EN ISO/IEC 17025, aplicándose normas CEN, ISO o nacionales, según proceda. Como alternativa, si la calibración la lleva a cabo un organismo no acreditado o el fabricante, el titular estará obligado a demostrar (por ejemplo, mediante un certificado de calibración) la idoneidad, que la calibración se ha llevado a cabo utilizando el método recomendado por el fabricante del instrumento y que los resultados se ajustan a las especificaciones de aquel.

Etapas 4: Procedimientos de aseguramiento de la calidad adicionales para la medición de los datos de actividad

De conformidad con el artículo 58, apartado 3, el titular elaborará, documentará, aplicará y mantendrá diferentes procedimientos escritos para garantizar un sistema de control eficaz, incluido el aseguramiento de la calidad de los equipos de medida correspondientes y la gestión de los datos obtenidos. Cuando se disponga de sistemas de calidad o gestión medioambiental certificados²³, por ejemplo, EN ISO 9001, EN ISO 14001, EMAS, y con el fin de garantizar que se lleven a cabo las actividades de control (calibración, mantenimiento, verificación, gestión de pérdidas/fallos, etc.), se recomienda que tales sistemas incluyan asimismo el aseguramiento de la calidad de la medición de datos de actividad en el marco del RCDE UE.

A menos que se cumplan todos los requisitos de las cuatro etapas, no cabrá suponer que el EMFA obtenido a partir de fuentes apropiadas (véase *supra*) puede utilizarse para evaluar la incertidumbre sin correcciones adicionales. No obstante, las incertidumbres globales podrían calcularse mediante la combinación de las incertidumbres facilitadas en las fuentes adecuadas y de una estimación prudente de la incertidumbre relacionada con los parámetros que provocan tal incumplimiento, por ejemplo, que el flujo se halle en parte fuera del intervalo de funcionamiento normal, mediante la propagación de errores (véase el la vía CO-3 y el anexo III).

3.1.1.5 Simplificación («vía CO-2b»)

Simplified!

El instrumento de medida no está sometido al control metrológico legal nacional pero está instalado en un entorno apropiado según sus especificaciones de uso.

Incertidumbre global

=

Incertidumbre derivada de la calibración × factor de ajuste prudente

²³ Un sistema de control suele implantarse en una instalación con otros fines, a saber, el control de calidad o la reducción de costes. En muchos casos, los flujos de materiales y de energía también revisten especial importancia para otros sistemas de notificación internos (como el de control financiero).

Calibración²⁴

La realización de la calibración periódica es el proceso a través del que la metrología se aplica a los equipos y procesos de medida, a fin de garantizar el cumplimiento por los instrumentos de medida en uso de una norma internacional de medición conocida. Ello se consigue mediante el uso de materiales o métodos de calibración que garanticen una cadena de trazabilidad concordante con el «valor real» obtenido como norma de medición.

De ser posible, la calibración deberá llevarla a cabo un laboratorio acreditado. Los procedimientos e intervalos de calibración adecuados pueden consultarse en la especificación del fabricante, las normas facilitadas por los laboratorios acreditados, etc.²⁵

Ejemplo: Requisitos para la calibración de un caudalímetro para líquidos no acuosos con medición estática de arranque/parada



Para la calibración, deben considerarse los siguientes aspectos:

- El caudalímetro está instalado de conformidad con las instrucciones del fabricante.
- El caudalímetro, así como todo el resto del sistema de calibración, se rellena completamente y está libre de gases.
- El caudalímetro está a la temperatura de funcionamiento.
- Se documentan, en la medida de lo posible, todas las configuraciones de parámetros.
- Con flujo cero, antes y después de la medición, no se detectan señales que indiquen flujo.
- Las condiciones de calibración (velocidad de flujo, temperatura, presión, tipo de líquido, etc.) están dentro de las condiciones de funcionamiento.
- El flujo será estable.
- La presión debe ser lo suficientemente elevada como para evitar la gasificación o la cavitación²⁶. La densidad y la viscosidad también influyen en la curva de calibración. Por lo tanto, lo óptimo es calibrar en las mismas condiciones que durante el funcionamiento normal (previsto) y utilizar el mismo líquido, si se dispone de este, o líquidos

²⁴ Véase asimismo EA 4/02 - *Guidance to Expression of Uncertainty of Measurement in Calibration*, http://www.european-accreditation.org/Docs/0002_Application%20documents/0002_Application%20documents%20for%20Laboratories%20Series%204/00100_EA-4-02rev01.PDF

²⁵ Véase asimismo «International vocabulary of metrology» http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_200_2008.pdf
NOTA 1 Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o un cuadro de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con la incertidumbre de medición asociada.

NOTA 2 No debe confundirse la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo denominada, indebidamente, «autocalibración», ni con la verificación [metrológica] de la calibración.

²⁶ La cavitación es la formación y la inmediata implosión de cavidades en un líquido, y puede ocurrir si dicho líquido se somete a cambios rápidos de presión, por ejemplo, en turbinas.

similares.

- El ajuste a cero se efectuará antes de una serie de medición, no durante la misma. Las condiciones del líquido (temperatura, presión) deben documentarse en el momento de la puesta a cero. La puesta a cero no se exigirá en caso de que la señal de salida relativa al flujo cero sea más baja que el intervalo relativo al valor cero proporcionado por el fabricante.

El elemento central de todo procedimiento de calibración es la comparación de los resultados de la medición con un patrón de referencia mediante la aplicación de un procedimiento que permita la determinación de una función de calibración y de incertidumbres de medición. El resultado de la calibración será una evaluación fiable de la función de calibración, su linealidad (si ello es un requisito) y la incertidumbre de medición. La incertidumbre obtenida mediante calibración deberá, en la medida de lo posible, referirse al intervalo de funcionamiento del instrumento de medida que se esté utilizando efectivamente. Por consiguiente, el procedimiento de calibración deberá reflejar en la medida de lo posible las condiciones de funcionamiento en los casos en que el instrumento esté instalado (es decir, en los que se aplique efectivamente).

En muchos casos el mensurando de interés no se mide directamente sino que se calcula a partir de otras cantidades de entrada con una relación funcional, es decir, un flujo volumétrico (f_v) se calcula midiendo entradas como la densidad (ρ) y la diferencia de presión (Δp) a través de la relación $f_v = f_v(\rho, \Delta p)$. La incertidumbre relacionada con el mensurando de interés se determinará, pues, como la incertidumbre típica combinada a través de la propagación de errores²⁷ (véase el anexo III). En cuanto a la incertidumbre típica combinada asociada al resultado de la medición, la repercusión en la incertidumbre de la deriva a largo plazo y las condiciones de funcionamiento también son factores importantes que deben tenerse en cuenta (aparte de la incertidumbre asociada a la calibración).

La **incertidumbre ampliada de medición** se obtiene multiplicando la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura. A menudo, dicho factor equivale a 2 en distribuciones de datos normales (distribuciones gaussianas). Un factor de 2 corresponde a una probabilidad del 95 % de que se cubra el valor correcto (es decir, un intervalo de confianza del 95 %). Téngase en cuenta que este factor de cobertura sigue siendo parte de la expresión de la incertidumbre de medición en la calibración. Dicho factor de cobertura no es un factor de ajuste prudente (véase *infra*).

Frecuencias de calibración

En función del tipo de instrumento de medida y de las condiciones ambientales, la incertidumbre de una medición podría aumentar a lo largo del tiempo (deriva). Para cuantificar y mitigar el aumento de la

²⁷ Sería más apropiado denominarlo «difusión de la incertidumbre», aunque «propagación de errores» se utiliza con mayor frecuencia.

incertidumbre resultante de la deriva, es necesario contar con un intervalo de recalibración adecuado.

En el caso de un instrumento de medida con sujeción al CMLN (vía CO-1), la frecuencia de calibración (recalibración) estará regulada por el texto jurídico pertinente.

En cuanto a otros instrumentos de medida, los intervalos de recalibración deberán determinarse basándose en la información facilitada, por ejemplo, por las especificaciones del fabricante u otras fuentes adecuadas. Toda vez que se trata del resultado de todas las calibraciones que permiten cuantificar la deriva que se ha producido, el análisis de series temporales de calibraciones anteriores también puede ser de utilidad para determinar el intervalo de calibración correspondiente. Sobre la base de esta información, el titular deberá utilizar intervalos de calibración apropiados sujetos a la autorización de la AC.

En cualquier caso, el titular tendrá que comprobar anualmente si los instrumentos de medida utilizados siguen cumpliendo el nivel necesario [con arreglo al artículo 28, apartado 1, letra b)].

Prácticas de la industria

Es preciso evitar diversas situaciones cuando se trata de la calibración en circunstancias industriales, a saber

- simplificaciones para ciertas aplicaciones que no cumplen los requisitos de calibración con arreglo a la normativa jurídica;
- ensayos en un único punto o comprobaciones breves que puedan elaborarse, por ejemplo, para comprobar el valor cero y proporcionar el aseguramiento de la calidad diario, pero que no constituyen una calibración completa;
- el aplazamiento de las calibraciones debido a comprobaciones *ad hoc* favorables (que apunten al correcto funcionamiento del equipo de seguimiento) y debido a los costes que conlleven;
- la falta de seguimiento de los resultados de calibración mediante la realización de las correcciones adecuadas.

Por otra parte, puede plantearse un problema si un dispositivo no es fácilmente accesible para la calibración, por ejemplo, al no ser posible desinstalarlo para llevar a cabo comprobaciones o para su calibración durante el funcionamiento de la instalación, y el proceso no puede pararse sin que ello suponga un trastorno significativo para la instalación o para la seguridad del suministro asociado al producto. Puede haber largos períodos entre paradas del proceso de producción y, en estos casos, puede no ser viable realizar una calibración periódica con arreglo a unos intervalos más cortos.

Cuando las posibilidades de calibración sean limitadas, el titular deberá tratar de obtener la aprobación de la AC para la aplicación de una metodología alternativa, adjuntando a la presentación del plan de seguimiento elementos de prueba apropiados respecto a la viabilidad

técnica o a la generación de costes irrazonables²⁸. Debe considerarse la jerarquía²⁹ establecida el artículo 32, apartado 1, a propósito de la aplicación de distintas normas.

Factor de ajuste prudente

Teniendo en cuenta cualesquiera otros errores de funcionamiento aleatorios y sistemáticos, la incertidumbre obtenida a partir de la calibración (incertidumbre ampliada, véase *supra*) ha de multiplicarse por un **factor de ajuste prudente**. El titular debe determinar este factor de ajuste prudente, basándose, por ejemplo, en la experiencia, con sujeción a la aprobación de la AC. A falta de cualquier información o experiencia, se recomienda el uso de un factor de 2 armonizado como metodología pragmática y, no obstante, adecuada. El resultado obtenido puede utilizarse como incertidumbre global sin correcciones adicionales.

Un factor de ajuste prudente será aplicable únicamente si el instrumento de medida se utiliza con arreglo a las especificaciones de uso establecidas en el artículo 28, apartado 2, párrafo último. Por consiguiente, deberán cumplirse los requisitos descritos a propósito de la vía CO-2a (etapas 1 a 4). Si dichos requisitos no se cumplen, esta vía de simplificación no será aplicable y se habrá de recurrir a la evaluación de incertidumbre específica descrita en relación con la vía CO-3 y el anexo III.

3.1.1.6 Evaluación de incertidumbre completa («vía CO-3»)

Evaluación de incertidumbre completa («vía CO-3»)

El titular siempre puede llevar a cabo una evaluación de incertidumbre específica si considera, por ejemplo, que ello proporcionará resultados más fiables. Si este es el caso o si ninguna de las vías de simplificación (vía CO-1 o CO-2a/2b) es posible, habrá de llevarse a cabo la evaluación de incertidumbre de conformidad con el anexo III.



Es importante señalar que la obligación de llevar a cabo una evaluación de incertidumbre específica no significa necesariamente que la evaluación haya de iniciarse partiendo de cero. En muchos casos, podrán aplicarse algunos requisitos previos en lo que respecta a las vías de simplificación

²⁸ El artículo 59, apartado 1, párrafo segundo, del RSN establece que: «Si determinados componentes de los sistemas de medición no pueden calibrarse, el titular de instalaciones u operador de aeronaves deberá identificarlos en el plan de seguimiento y proponer actividades de control alternativas.».

²⁹ Artículo 32, apartado 1: «El titular deberá asegurarse de que los análisis, muestreos, calibraciones y validaciones empleados para la determinación de los factores de cálculo se lleven a cabo aplicando métodos basados en las normas EN correspondientes. Cuando no existan tales normas, los métodos se basarán en las normas ISO o en las normas nacionales apropiadas. Cuando no haya ninguna norma publicada aplicable, se utilizarán los proyectos de normas más adecuados, las directrices sobre buenas prácticas industriales u otras metodologías con base científica dirigidas a reducir los sesgos de muestreo y de medición.».

CO-1 o CO-2a/2b. En estos casos, las incertidumbres recogidas en tales contextos podrían representar los puntos de partida para otros cálculos, por ejemplo, mediante la propagación de errores (véase el anexo III y, en particular, el apartado 8.2). Esta metodología no sólo representa un modo más pragmático y menos oneroso para los titulares de evaluar incertidumbres; en la mayoría de los casos, ofrece asimismo unos resultados más fiables.



Ejemplo: El titular está empleando un caudalímetro de turbina sometido a control metrológico legal nacional para el consumo de un flujo fuente líquido. Toda vez que el RSN requiere la conversión del flujo volumétrico en flujos de masa, el titular está obligado a determinar la densidad del líquido. Dado que esta se determina mediante un aerómetro, no cabe aplicar una simplificación, a saber, la vía CO-1 o la vía CO-2a/2b, al flujo fuente si este se expresa en toneladas. Sin embargo, es recomendable que el titular utilice la incertidumbre establecida en la normativa metrológica nacional relativa a la determinación del volumen en el cálculo general de la incertidumbre mediante propagación de errores (véase la sección 8.3, concretamente el ejemplo 7).

3.1.2 Sistema de medición no sujeto al control del titular

3.1.2.1 Aspectos generales

El titular podrá utilizar un sistema de medición no sujeto a su control para determinar los datos de actividad, a condición de que cumpla un nivel al menos tan elevado y obtenga resultados más fiables y menos expuestos a riesgos de control³⁰ que el uso de los instrumentos disponibles sujetos al control del titular, si dispone de ellos. En estos casos, los datos de actividad pueden determinarse bien mediante



- cantidades extraídas de las facturas emitidas por el socio comercial, o
- las lecturas tomadas directamente del sistema de medición.

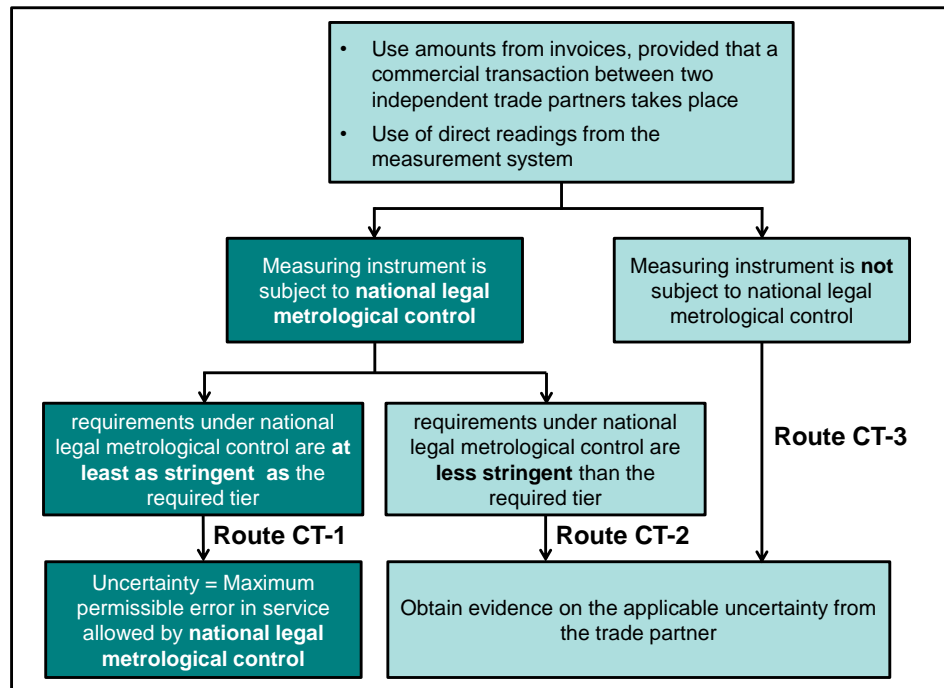
Sea cual fuere la metodología utilizada, se exigirán los mismos niveles para los datos de actividad que para los sistemas sujetos al control del titular (véase la sección 3.1.1). La única diferencia será el modo en que el titular pueda demostrar este cumplimiento y qué simplificaciones cabe aplicar.

En caso de que se utilicen facturas que faciliten datos primarios para determinar las cantidades de material o de combustible, el RSN exige al titular que demuestre que sus socios comerciales son independientes. En principio se trataría de una garantía de que las facturas correspondientes son correctas, pero en muchos casos también puede ser una manera de averiguar si se aplica el control metrológico legal nacional (sección 3.1.1, vía CO-1).

³⁰ Para obtener orientaciones sobre la evaluación de riesgos, consúltese el Documento de orientación nº 6 (Actividades de flujo de datos y sistema de control).

Conviene recordar que el RSN admite otra posibilidad «híbrida»: que el instrumento no esté sujeto al control del titular (sección 3.1.2), pero que sea este quien realice las lecturas necesarias para el seguimiento. En tal caso, el titular del instrumento es responsable de su mantenimiento, calibración y ajuste y, en última instancia, del valor de la incertidumbre aplicable, pero los datos sobre la cantidad de combustible o material pueden ser comprobados directamente por el titular. Esta es la situación más frecuente en el caso de los contadores de gas natural.

En la figura 4 se muestra la manera prevista por el RSN para cumplir los requisitos de nivel en el caso de los sistemas de medición no sujetos al control del titular.



Use amounts from invoices, provided that a commercial transaction between two independent trade partner takes place Use of direct readings from the measurement system	Uso de las cantidades indicadas en las facturas, siempre que correspondan a una transacción comercial realizada entre socios comerciales independientes Uso de las lecturas tomadas directamente de los sistemas de medición
Measuring instrument is subject to national legal metrological control	El instrumento de medida está sujeto a control metrológico legal nacional
Measuring instrument is not subject to national legal metrological control	El instrumento de medida no está sujeto a control metrológico legal nacional
Requirements under national metrological control are at least as stringent as the required tier	Los requisitos aplicables con arreglo al control metrológico legal nacional son, al menos, tan estrictos como los correspondientes al nivel aplicable
Uncertainty = Maximum permissible error in service allowed by national legal	Incertidumbre = error máximo de funcionamiento admisible con arreglo al

metrological control	control metrológico legal nacional
Requirements under national legal metrological control are less stringent than the required tier	Los requisitos aplicables con arreglo al control metrológico legal nacional son menos estrictos que los correspondientes al nivel aplicable
Obtain evidence on the applicable uncertainty from the trade partner	Obtener, del socio comercial, la documentación justificativa del grado de incertidumbre aplicable

Figura 4: Datos de actividad en metodologías basadas en el cálculo: metodologías para la determinación de la incertidumbre alcanzada («C» significa basada en el cálculo, «T» significa instrumento sujeto al control del socio comercial)

El titular podrá simplificar la evaluación de incertidumbre:

- Si el instrumento de medida está sujeto a control metrológico legal, podrá utilizarse como incertidumbre global el error máximo admisible establecido en la normativa metrológica legal nacional para evaluar si se cumplen los requisitos de nivel de conformidad con el artículo 26 (vía **CT-1**).
- Si los requisitos aplicables en el marco de control metrológico legal nacional son menos estrictos que el umbral de incertidumbre del nivel exigido con arreglo a lo dispuesto en el artículo 26, el titular podrá obtener documentación justificativa del socio comercial en cuanto a la incertidumbre efectivamente aplicable (vía **CT-2**).
- Si el instrumento de medida no está sometido a control metrológico legal nacional, el titular podrá obtener documentación justificativa del socio comercial en relación con la incertidumbre en cuestión (vía **CT-3**).

Como se indica en la sección 3.1.1.2, el titular deberá garantizar que pueda lograrse el nivel necesario de conformidad con el artículo 26. De lo contrario, será necesario emprender medidas correctoras o aplicar un nivel inferior en caso de que pueda demostrarse la existencia de costes irrazonables o la inviabilidad técnica (en tanto ello permita cumplir un nivel al menos tan elevado, así como obtener resultados más fiables y menos expuestos a riesgos de control que el uso de los instrumentos disponibles sujetos al control del titular).

3.1.2.2 Simplificación («vía CT-1»)

Instrumento de medición del socio comercial sujeto a control metrológico legal nacional (CMLN)

Incertidumbre global = error máximo de funcionamiento admisible (EMFA)

Simplified!

Esta simplificación es aplicable por las mismas razones y en las mismas condiciones que las expuestas en la sección 3.1.1.3, vía CO-1. El titular tendrá que poder demostrar que el instrumento de medida del socio comercial permite a este cumplir un nivel al menos tan elevado como el que resultaría de la utilización de los instrumentos sujetos a su control, así como obtener resultados más fiables y menos expuestos a riesgos de control.

3.1.2.3 «Vía CT-2»

El titular deberá obtener documentación justificativa de la incertidumbre aplicable del socio comercial responsable del sistema de medición.

Si los requisitos aplicables en el marco del control metrológico legal nacional son menos estrictos que los requisitos de nivel del artículo 26, el titular tendrá que obtener documentación justificativa del socio comercial acerca del cumplimiento de los niveles necesarios. El titular deberá poder demostrar que el instrumento de medida del socio comercial cumple un nivel al menos tan elevado como el que resultaría de la utilización de los instrumentos sujetos a su control, obtiene resultados más fiables y está menos expuesto a riesgos de control.

Ello también puede basarse en una evaluación de incertidumbre tal como se explica en el anexo III, utilizándose información sobre los instrumentos de medida facilitada por el socio comercial. Consúltese asimismo la información facilitada en la vía CO-3 (sección 3.1.1.6).

3.1.2.4 «Vía CT-3»

El titular deberá obtener documentación justificativa de la incertidumbre aplicable del socio comercial responsable del sistema de medición.

Esta vía es similar a la vía CT-2 descrita. En este caso, si la operación no está sujeta a CMLN, el titular tendrá que obtener documentación justificativa del socio comercial acerca del cumplimiento de los niveles exigidos en el artículo 26. El titular deberá poder demostrar que el instrumento de medida del socio comercial cumple un nivel al menos tan elevado como el que resultaría de la utilización de los instrumentos sujetos a su control, obtiene resultados más fiables y está menos expuesto a riesgos de control.

Ello también puede basarse en una evaluación de incertidumbre tal como se explica en el anexo III, utilizándose información sobre los instrumentos de medida facilitada por el socio comercial. Consúltese asimismo la información facilitada en la vía CO-3 (sección 3.1.1.6).

3.2 Factores de cálculo

En contraste con los niveles de los datos de actividad, los niveles relativos a los factores de cálculo³¹ no se basan en el cumplimiento de los umbrales de incertidumbre, sino en determinaciones referidas a valores por defecto o a valores derivados de análisis de laboratorio. No obstante, las determinaciones relativas a los análisis de laboratorio se relacionan con las frecuencias de análisis requeridas (artículo 35), y la única opción permitida para la determinación de la frecuencia requerida se expresa en términos de «incertidumbre» relacionada con la frecuencia de los análisis. El artículo 35, apartado 2, establece lo siguiente:

«La autoridad competente podrá autorizar al titular a aplicar frecuencias distintas de las mencionadas en el apartado 1 cuando no se hayan establecido frecuencias mínimas o cuando el titular pueda demostrar:

- a) *que, con arreglo a los datos históricos, los cuales deberán incluir los valores analíticos del combustible o material correspondiente durante el período de notificación inmediatamente anterior al actual, cualquier variación de dichos valores analíticos **no supera un tercio del valor de incertidumbre** que está obligado a respetar para la determinación de los datos de actividad correspondientes al combustible o material en cuestión...».*

Cabe señalar que la evaluación de incertidumbre requerida en este caso es distinta y los detalles correspondientes no entran dentro del ámbito de aplicación del presente documento. El tema se trata más específicamente en el Documento de orientación nº 5. «Orientaciones sobre muestreo y análisis» (véase la sección 1.3).



³¹ El RSN los define en su artículo 3, apartado 7: «factores de cálculo» valor calorífico neto, factor de emisión, factor preliminar de emisión, factor de oxidación, factor de conversión, contenido de carbono o fracción de biomasa.

4 INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS BASADAS EN LA MEDICIÓN

En el caso de una metodología basada en la medición, incluido el seguimiento de las emisiones de N₂O, el anexo I del RSN exige la elaboración de una lista de todos los equipos pertinentes, con indicación de su frecuencia de medición, su intervalo de funcionamiento y su incertidumbre. El RSN no menciona las circunstancias en las que se aplican simplificaciones para determinar la incertidumbre, ya que se refieren a metodologías basadas en el cálculo.

No obstante, el artículo 42 exige que todas las mediciones se lleven a cabo basándose en las siguientes normas:

- EN 14181: Fuentes de emisiones estacionarias — Aseguramiento de la calidad de los sistemas automáticos de medida,
- EN 15259: Calidad del aire — Medición de emisiones de fuentes estacionarias — Requisitos para las secciones y sitios de medición y para el objetivo, plan e informe de medición
- así como en las restantes normas EN aplicables.

La norma EN 14181 contiene, por ejemplo, información sobre los procedimientos de aseguramiento de la calidad (QAL 2 y 3) con el fin de reducir al mínimo la incertidumbre, así como directrices sobre cómo determinar la propia incertidumbre. En cuanto a la actividad QAL 1, es posible encontrar orientaciones en la norma EN ISO 14956 Calidad del aire – Evaluación de la idoneidad de un procedimiento de medición por comparación con el grado de incertidumbre requerido.

El artículo 42 establece asimismo lo siguiente: *«Cuando no se disponga de tales normas, los métodos se basarán en las normas ISO, en las normas publicadas por la Comisión o en las normas nacionales apropiadas. Cuando no haya ninguna norma publicada aplicable, se utilizarán los proyectos de normas más adecuados, las directrices sobre mejores prácticas industriales u otras metodologías con base científica dirigidas a reducir los sesgos de muestreo y de medición.»*

El titular deberá tener en cuenta todos los aspectos relevantes del sistema de medición continua, en particular los relativos a la ubicación de los equipos, calibración, medición, aseguramiento y control de calidad.»

En caso de que las normas o directrices apropiadas no contengan información acerca de la determinación de la incertidumbre, ciertos aspectos de esta determinación podrán extraerse del anexo III.

5 INCERTIDUMBRE EN METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS

El titular podrá aplicar una metodología alternativa, es decir, una metodología de seguimiento no basada en niveles, a los flujos fuente o fuentes de emisión seleccionados, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- que la aplicación como mínimo del nivel 1 utilizando la metodología basada en el cálculo para uno o varios flujos fuentes, principales o secundarios, y la metodología basada en la medición para al menos una fuente de emisión relacionada con dichos flujos fuente sea técnicamente inviable o genere costes irrazonables;
- que el titular evalúe y cuantifique todos los años el grado de incertidumbre de cada uno de los parámetros utilizados para la determinación de las emisiones anuales, de acuerdo con la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre de medida (JCGM 100:2008)³² o con otra norma equivalente aceptada internacionalmente, incluyendo los resultados así obtenidos en el informe anual de emisiones;
- que el titular demuestre a satisfacción de la autoridad competente que, mediante la aplicación de esta metodología de seguimiento alternativa, los umbrales de incertidumbre totales correspondientes al nivel anual de emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de la instalación no superan
 - el 7,5 % para las instalaciones de la categoría A,
 - el 5,0 % para las de la categoría B y
 - 2,5 % para las instalaciones de categoría C.

Puede encontrarse orientaciones adicionales sobre la evaluación de la incertidumbre en el anexo III, concretamente en la sección 8.4.

³² (JCGM 100:2008) Evaluación de datos de medición - Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM): <http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

6 ANEXO I: ACRÓNIMOS Y LEGISLACIÓN

6.1 Acrónimos utilizados

RCDE UE... Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE

SNV Seguimiento, notificación y verificación

DSN 2007 .. Directrices relativas al seguimiento y la notificación

RSN..... Reglamento sobre el seguimiento y la notificación

DIM..... Directiva relativa a los instrumentos de medida (2004/22/CE)

PS Plan de seguimiento

AC Autoridad competente

CMLN Control metrológico legal nacional

ETSG Grupo de Apoyo al RCDE (grupo de expertos en el RCDE que trabajan en el marco de la red IMPEL en el desarrollo de documentos de orientación importantes para la aplicación de las DSN 2007)

SMCE..... Sistema de medición continua de emisiones

EMA Error máximo admisible (término utilizado normalmente por el control metrológico legal nacional)

EMFA Error máximo de funcionamiento admisible (término utilizado normalmente por el control metrológico legal nacional)

EM..... Estado o Estados miembros

GUM..... Guía ISO para la expresión de la incertidumbre de medida (JCGM 100:2008),

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>.

6.2 Textos legislativos

Directiva RCDE UE: Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo, modificada en último lugar por la Directiva 2009/29/CE. La versión consolidada puede descargarse en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0087:20090625:ES:PDF>

RSN: Reglamento (UE) n° 601/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0030:0104:ES:PDF>

RAV: Reglamento (UE) n° 600/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, relativo a la verificación de los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre toneladas-kilómetro y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0001:0029:ES:PDF>

DSN 2007: Decisión 2007/589/CE de la Comisión, de 18 de julio de 2007, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. La versión consolidada disponible en Internet incluye todas las modificaciones realizadas: DSN correspondientes a las emisiones de N₂O, actividades de aviación, captura, transporte en gasoductos y almacenamiento geológico del CO₂. Las actividades que generan gases de invernadero se incluyen solamente a partir de 2013. Puede descargarse en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007D0589:20110921:ES:PDF>

7 ANEXO II: INCERTIDUMBRES DE MEDIDA PRUDENTES PARA LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA MÁS COMUNES

En los cuadros siguientes se ofrece una síntesis de las incertidumbres de medida prudentes referidas a determinadas categorías de instrumentos de medida comunes.

Los valores de incertidumbre y las condiciones adicionales expuestos en los cuadros que figuran a continuación han de tenerse en cuenta únicamente si no se dispone de información más específica facilitada por el fabricante del instrumento de medida o por documentos normativos como los publicados por la OIML³³. Además, estos valores de incertidumbre deben tenerse en cuenta únicamente si se cumplen las etapas 1 a 4 (véase la sección 3.1.1.4). De no ser así, no será aplicable la vía CO-2a. En cuanto a los instrumentos de medida apropiados para gases y líquidos, los documentos de la OIML pertinentes son el R137 y el R117. En lo que respecta a los instrumentos de medida para sólidos, el R76 representa la fuente apropiada.

Téngase en cuenta que es aconsejable disponer de un calendario de recalibración para cada instrumento. Ello conlleva que, después de cada calibración, cabría aplicar los requisitos de la vía de simplificación CO-2b (sección 3.1.1.5), los cuales podrían proporcionar unos resultados más fiables. Esta opción siempre debe considerarse antes de aplicar los valores por defecto que se citan a continuación.

Simplified!

Caudalímetro de rotor
Medio: gas
Normas aplicables: EN 12480:2002+A1:2006
Incertidumbre para 0-20 % del rango de medida: 3 %
Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 1,5 %
Condiciones:
- Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 10 años
- Inspección anual del nivel de aceite del cárter
- Filtro de aplicación para gases contaminados
- Vida útil: 25 años
Medio: líquido
Incertidumbre para 0-10 % del rango de medida: 1 %
Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 0,5 %
Condiciones:

³³ Documentos que contengan especificaciones técnicas adoptadas por la Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML). <http://www.oiml.org/>

- Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años (o antes, si ha pasado por el caudalímetro un caudal de 3 500 horas x intervalo máximo del caudalímetro)
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 25 años

Caudalímetro de turbina
<p>Medio: gas</p> <p>Normas aplicables: EN 12261:2002 + A1:2006</p> <p>Incertidumbre para 0-20 % del rango de medida: 3 %</p> <p>Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 1,5 %</p> <p>Condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años - Inspección visual anual - Lubricación de cojinetes una vez cada tres meses (salvo para cojinetes lubricados permanentes) - Filtro de aplicación para gases contaminados - Sin flujo de gas pulsátil - Vida útil: 25 años - Sin sobrecargas de más de 30 minutos > 120 % del rango de medida máxima
<p>Medio: líquido</p> <p>Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 0,5 %</p> <p>Condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años - Lubricación de cojinetes una vez cada tres meses (salvo para cojinetes lubricados permanentes) - Filtro de aplicación para líquidos contaminados - Vida útil: 25 años - Sin sobrecargas de más de 30 minutos > 120 % del rango de medida máxima

Caudalímetro de fuelle / caudalímetro de diafragma
<p>Medio: gas</p> <p>Normas aplicables: EN 1359:1998 + A1:2006</p> <p>Incertidumbre para 0-20 % del rango de medida: 7,5 %</p> <p>Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 4,5 %</p>

Condiciones:

- Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 10 años
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 25 años

Caudalímetro de orificio

Medio: gas y líquido

Normas aplicables: EN ISO 5167

Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 3 %

Condiciones:

- Calibración anual del transmisor de presión
- Calibración del caudalímetro de orificio una vez cada 5 años
- Inspección anual de la abrasión e incrustaciones en el orificio
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 30 años
- Sin gases o líquidos corrosivos

Directrices de construcción en orificios, si el fabricante no especifica lo contrario: mínimo de 50D de distancia de flujo de entrada libre antes del orificio y de 25D después del orificio: superficie lisa de la pared interna

Caudalímetro Venturi

Medio: gas y líquido

Normas aplicables: EN ISO 5167

Gas: Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 2 %

Líquido: Incertidumbre para 20-100 % del rango de medida: 1,5 %

Condiciones:

- Calibración anual del transmisor de presión
- Calibración de todo el instrumento de medida una vez cada 5 años
- Inspección visual anual
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 30 años
- Sin gases o líquidos corrosivos

Caudalímetro ultrasónico

<p>Medio: gas y líquido</p> <p>Normas aplicables: ISO 17089-1:2010</p> <p>Gas: Incertidumbre para 1-100 % del rango de medida: 2 %</p> <p>Gas (con abrazadera): Incertidumbre para 1-100 % del rango de medida: 4 %</p> <p>Líquido: Incertidumbre para 1-100 % del rango de medida máxima: 3 %</p> <p>Condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años - Inspección anual si existe contacto entre el transductor y las paredes del tubo. De no existir contacto suficiente, el montaje del transductor tendrá que sustituirse según las instrucciones del fabricante. - Inspección anual de la corrosión de la pared - Inspección anual de los transductores - Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales - Vida útil: 15 años - Sin trastornos de frecuencias - Se conoce la composición del medio <p>Directrices de construcción de caudalímetros ultrasónicos, si el fabricante no especifica lo contrario: mínimo de 10D de distancia de flujo de entrada libre antes del caudalímetro y de 5D después del caudalímetro</p>
--

<p>Caudalímetro Vortex</p> <p>Medio: gas</p> <p>Gas: Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 2,5 %</p> <p>Líquido: Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 2 %</p> <p>Condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años - Inspección anual de los sensores - Inspección anual del cuerpo no fuselado - Inspección anual de la corrosión de la pared - Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales - Vida útil: 10 años - La estructura está exenta de vibraciones - Evítense choques compresivos

Directrices de construcción en contadores ultrasónicos, si el fabricante no especifica lo contrario: mínimo de 15D de duración de flujo de entrada libre antes del caudalímetro y de 5D después del caudalímetro

Caudalímetro de Coriolis

Medio: gas y líquido

Gas: Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 1,5 %

Líquido: Incertidumbre para 10-100 % del rango de medida: 1 %

Condiciones:

- Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 3 años
- Instalación sin tensiones
- Control mensual de ajuste del punto cero
- Inspección anual de corrosión y abrasión
- Control anual de sensores y transmisores
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 10 años

Caudalímetro a engranajes ovals

Medio: líquido

Incertidumbre para 5-100 % del rango de medida: 1 %

Condiciones:

- Líquidos viscosos (aceite): Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 5 años
- Líquidos fluidos: Limpieza, recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 2 años
- Inspección anual de abrasión
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 30 años

Convertor electrónico de flujo volumétrico (EVCI)

Medio: gas

Normas aplicables: EN 12405-1:2005+A1:2006

Incertidumbre para 0,95-11 bar y – 10-40 °C: 1%

- Condiciones: Recalibración y, si es necesario, ajuste una vez cada 4 años
- Sustitución de baterías (la frecuencia depende de las instrucciones del fabricante)
- Mantenimiento anual de acuerdo con las instrucciones del

fabricante / principio de medición de las instrucciones generales
- Vida útil: 10 años

8 ANEXO III: EVALUACIÓN COMPLETA DE INCERTIDUMBRES DE FLUJOS FUENTE

8.1 Introducción

Este anexo pretende ofrecer una síntesis de la metodología general de evaluación de incertidumbres si no se pueden aplicar simplificaciones. Si desea información más detallada, puede consultar la GUM.

En principio, la evaluación de incertidumbre incluirá

- la incertidumbre específica de los instrumentos de medida utilizados,
- la incertidumbre asociada a la calibración, y
- cualquier incertidumbre adicional derivada de la forma de utilizar los instrumentos en la práctica.

En caso de que sean necesarias mediciones adicionales como la de la presión y la temperatura, también tendrá que tenerse en cuenta la incertidumbre de las mismas. Si no puede aplicarse la información sobre incertidumbre del fabricante, el titular estará obligado a explicar y justificar que las desviaciones respecto a la especificación no influyen en la incertidumbre. Si ello no fuera posible, tendrá que realizar unas estimaciones prudentes de la incertidumbre. Entre las posibles influencias en la incertidumbre cabe incluir:



- Desviación del intervalo de funcionamiento
- Diferentes incertidumbres en función de la carga o del flujo
- Condiciones atmosféricas (viento, variación de la temperatura, humedad, sustancias corrosivas)
- Condiciones de funcionamiento (variaciones de adherencia, densidad y viscosidad, velocidad de flujo irregular, heterogeneidad)
- Condiciones de instalación (elevación, flexión, vibraciones, ondas)
- Utilización del instrumento en medios distintos de aquel para el que se ha diseñado
- Intervalos de calibración
- Estabilidad a largo plazo

Debe hacerse especial hincapié en los parámetros más significativos, a saber, **temperatura, (diferencia de) presión, velocidad de flujo, viscosidad**, etc., que sean de aplicación. Las influencias significativas en la incertidumbre han de tenerse en cuenta y evaluarse. La incertidumbre puede calcularse utilizando la fórmula de propagación de errores adecuada. En el presente anexo se ofrecen algunos ejemplos para el cálculo de una incertidumbre específica.

En el cuadro 2 se proporciona una lista de diferentes parámetros de influencia que podrían ser relevantes para la evaluación de la incertidumbre. No se considera exhaustiva, y en muchos casos podrían no tenerse en cuenta determinados aspectos, ya que su repercusión en los resultados es probable que sea mínima. No obstante, sí podría utilizarse como primer punto de partida cuando se lleve a cabo una evaluación del riesgo en relación con el grado de incertidumbre de los datos de actividad y también podría ser de ayuda para concentrarse en los parámetros de influencia más relevantes. En el cuadro 3 se exponen parámetros de influencia específicos de los instrumentos de medida.

Cuadro 2: Parámetros de influencia en la determinación de los datos de actividad

	Flujos gaseosos	Flujos líquidos	Flujos sólidos
Parámetro de influencia relativo a los equipos y su instalación	<p>turbulencias en el flujo de gases, impactos del revestimiento, temperatura ambiente</p> <p>comportamiento a largo plazo (calibración y frecuencia de mantenimiento)</p> <p>intervalo de medición aceptable</p> <p>campos electromagnéticos</p>	<p>turbulencias en el flujo de líquidos, burbujeo de gases disueltos</p> <p>temperatura ambiente</p> <p>comportamiento a largo plazo (calibración y frecuencia de mantenimiento)</p> <p>intervalo de medición aceptable</p> <p>campos electromagnéticos</p> <p>capacidad de almacenamiento y seguimiento</p> <p>cambios de fase</p>	<p>exposición al viento y a la radiación</p> <p>temperatura ambiente</p> <p>comportamiento a largo plazo (calibración y frecuencia de mantenimiento)</p> <p>posición en la báscula</p> <p>campos electromagnéticos</p> <p>capacidad / volumen de almacenamiento</p> <p>inclinación de las cintas de transporte</p> <p>comportamiento de arranque y parada</p> <p>intervalo de medición aceptable</p> <p>capacidad de almacenamiento y seguimiento</p> <p>vibración</p>
Parámetro de influencia relacionado con el medio objeto de medición	<p>temperatura</p> <p>presión</p> <p>factor de compresibilidad</p> <p>punto de rocío (únicamente para algunos gases)</p> <p>corrosividad</p>	<p>temperatura</p> <p>densidad</p> <p>viscosidad</p> <p>punto de ebullición o de fusión (únicamente en determinadas circunstancias infrecuentes)</p> <p>corrosividad</p>	<p>pureza / humedad</p> <p>accesibilidad en peso neto (por ejemplo, embalaje)</p> <p>gestión del medio</p> <p>impactos por secado</p> <p>densidad</p> <p>características de flujo (por ejemplo, en relación con el tamaño de grano)</p> <p>adherencia</p> <p>punto de fusión (únicamente en casos raros)</p>

Cuadro 3: Parámetros de influencia específicos de los instrumentos de medida y modo de validarlos/mitigarlos

Medición de gases/líquidos		
<i>Instrumento de medida</i>	<i>Parámetro de influencia</i>	<i>Opción de validación/ mitigación</i>
Caudalímetro de turbina	Caudal intermitente, pulsación	Parámetros de funcionamiento adecuados, evitar la pulsación, por ejemplo, mediante instrumentos de control
Caudalímetro de fuelle	Detección correcta de temperatura y presión	Uso de conversor electrónico de flujo volumétrico (EVCI)
Caudalímetro de orificio, caudalímetro Venturi	Daños, rugosidad de la tubería, estabilidad de los detectores de diferencia de presión	Cumplimiento de los requisitos de EN ISO 5167
Caudalímetro ultrasónico	Fuertes señales de ruido	Reducción del ruido
Caudalímetro Vortex	Pulsación	Evitar la pulsación
Caudalímetro de Coriolis	Tensión, vibración	Incorporación de compensadores
Caudalímetro a engranajes ovales	Resonancias, contaminación	Amortiguadores, filtros
Medición de sólidos		
<i>Instrumento de medida</i>	<i>Parámetro de influencia</i>	<i>Opción de validación/mitigación</i>
Cinta transportadora de pesaje	Adherencia, deslizamiento si la cinta está inclinada	Uso de una cinta horizontal
Báscula cargadora con ruedas	Adherencia	Puesta a cero después de cada medición
Báscula puente para vagones	Parte del objeto pesado no está sobre la báscula («calado total»)	Uso de básculas suficientemente grandes
Pesadora de tolva, pesadora de	Viento	Uso de emplazamientos al abrigo del viento

camiones, pesadora de grúas		
-----------------------------	--	--

8.2 Leyes de propagación de errores

En muchos casos el mensurando de interés no se mide directamente sino que se calcula a partir de otras cantidades de entrada medidas por medio de una relación funcional, es decir, un flujo volumétrico (f_v) se calcula midiendo entradas como la densidad (ρ) y diferencia de presión (Δp) a través de la relación $f_v=f_v(\rho, \Delta p)$. La incertidumbre relacionada con el mensurando de interés se determinará, pues, como la incertidumbre típica combinada a través de la propagación de errores.

En las cantidades de entrada es necesario distinguir entre:

- Cantidades de entrada incorrelacionadas (independientes) y
- Cantidades de entrada correlacionadas (interdependientes).

Si el titular utiliza diversos instrumentos de medida para determinar los datos de actividad de partes del flujo fuente, cabe suponer que las incertidumbres asociadas estarán incorrelacionadas.



Ejemplo: Una medición del flujo de gas se convierte de m^3 a Nm^3 teniendo en cuenta la temperatura y la presión medidas por instrumentos distintos. Tales parámetros pueden considerarse, en general, incorrelacionados (véase sección 8.2.1).

Ejemplo: El consumo anual del carbón de una central eléctrica de carbón se determina mediante el pesaje de los lotes entregados durante el año con la misma cinta transportadora de pesaje. Debido a los efectos de deriva durante el funcionamiento en la práctica y debido a las incertidumbres relacionadas con la calibración de la cinta de pesaje, las incertidumbres asociadas a los resultados del pesaje están correlacionadas (véase la sección 8.2.2).

Sin embargo, esta hipótesis ha de evaluarse detenidamente en cada caso, toda vez que puede existir una correlación significativa entre dos cantidades de entrada si se emplea el mismo instrumento de medida, la misma norma de medición física o el mismo dato de referencia con una incertidumbre típica considerable.

8.2.1 Cantidades de entrada incorrelacionadas:

Si se utilizan cantidades de entrada incorrelacionadas X_1, \dots, X_n para calcular el mensurando $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$, la incertidumbre de Y podrá determinarse del modo siguiente:

$$U_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot U_{X_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot U_{X_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_n} \cdot U_{X_n}\right)^2} \quad (1)$$

donde:

U_Y incertidumbre (valor absoluto) del mensurando Y

U_{X_i} incertidumbre (valor absoluto) de la cantidad de entrada X_i



Ejemplo 1: Cantidades de entrada incorrelacionadas

$Y=Y(X_1, X_2)$ se define mediante la relación siguiente:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

Los derivados parciales son:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = X_2 \quad \frac{\partial Y}{\partial X_2} = X_1$$

Por lo tanto, la incertidumbre absoluta viene dada por:

$$U_{Y_1} = \sqrt{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}$$

donde:

U_Y incertidumbre absoluta del mensurando Y

U_{X_i} incertidumbre absoluta de la cantidad de entrada X_i

La incertidumbre relativa viene dada por:

$$\frac{U_Y}{Y} = u_Y = \sqrt{\frac{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}{X_1^2 \cdot X_2^2}} = \sqrt{\left(\frac{U_{X_1}}{X_1}\right)^2 + \left(\frac{U_{X_2}}{X_2}\right)^2} = \sqrt{u_{X_1}^2 + u_{X_2}^2}$$

donde:

u_Y incertidumbre relativa del mensurando Y

u_{X_i} incertidumbre relativa de la cantidad de entrada X_i

El cuadrado de la incertidumbre relativa del mensurando se determina, por consiguiente, simplemente como la suma de los cuadrados de las incertidumbres relativas de las cantidades de entrada.



Ejemplo 2: Incertidumbres independientes de una suma

Una caldera de vapor para la producción de vapor de proceso funciona calentando gas como combustible. El gas de caldeo utilizado se suministra a la caldera a través de diez tuberías diferentes. La cantidad de gas viene determinada por diez placas perforadas distintas con arreglo a la norma EN ISO 5167. La incertidumbre asociada a la determinación del consumo anual de

gas de caldeo (incertidumbre de una suma) relativa a la caldera de vapor se calcula según la fórmula siguiente:

$$u_{total} = \frac{\sqrt{(U_1)^2 + (U_2)^2 + \dots + (U_{10})^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_{10}|}$$

Donde:

u_{total} incertidumbre total (relativa) asociada a la determinación del gas de caldeo

U_i incertidumbre (valor absoluto) de las placas perforadas normalizadas

x_i cantidades de gas de caldeo que miden anualmente las distintas placas perforadas



Ejemplo 3: Incertidumbres independientes de un producto

Una central de cogeneración dotada de varias calderas funciona con gas natural como único combustible. La cantidad anual consumida viene determinada por un sistema de medición ubicado en la estación de transferencia central (antes de procederse a su distribución a las distintas calderas) consistente en un caudalímetro de turbina, una medición de la presión aparte y una medición de la temperatura aparte. El caudalímetro de turbina determina la velocidad de flujo en las condiciones de funcionamiento.

El volumen normalizado de gas natural es relevante para la notificación de emisiones. En cuanto a la conversión de m^3 operativos en m^3 normalizados, deben tomarse en consideración las mediciones de presión y temperatura. Por lo tanto, la incertidumbre asociada a la determinación del gas natural en m^3 normalizados (incertidumbre de un producto) se calcula siguiendo la fórmula siguiente:

$$u_{total} = \sqrt{u_V^2 + u_T^2 + u_P^2}$$

Donde:

u_{total} incertidumbre total (relativa) asociada a la determinación del gas natural

u_V incertidumbre (relativa) de medición del volumen

u_T incertidumbre (relativa) de medición de la temperatura

u_P incertidumbre (relativa) de medición de la presión

8.2.2 Cantidades de entrada correlacionadas:

Si se utilizan cantidades de entrada correlacionadas X_1, \dots, X_n para calcular el mensurando $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$, la incertidumbre de Y podrá determinarse del modo siguiente:

$$U_Y = \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_1} \right| \cdot U_{X_1} \right) + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_2} \right| \cdot U_{X_2} \right) + \dots + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_n} \right| \cdot U_{X_n} \right) \quad (2)$$

donde:

U_Y incertidumbre (valor absoluto) del mensurando Y

U_{X_i} incertidumbre (valor absoluto) de la cantidad de entrada X_i



Ejemplo 4: Cantidades de entrada correlacionadas

$Y=Y(X_1, X_2)$ se define mediante la relación siguiente:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

Si el ejemplo anterior se calculó para cantidades de entrada correlacionadas, la incertidumbre relativa se obtendría del siguiente modo³⁴:

$$u_Y = u_{X_1} + u_{X_2}$$

La incertidumbre relativa del mensurando vendrá determinada, por consiguiente, por la suma de las incertidumbres relativas de las cantidades de entrada.



Ejemplo 5: Incertidumbres correlacionadas de una suma

Una central eléctrica funciona con carbón. El consumo anual del carbón se determina mediante el pesaje de los lotes entregados durante el año con la misma cinta de pesaje. Debido a los efectos de deriva durante el funcionamiento en la práctica y debido a las incertidumbres relacionadas con la calibración de la cinta de pesaje, las incertidumbres asociadas a los resultados del pesaje están correlacionadas.

Por lo tanto, la incertidumbre asociada a la determinación del carbón (incertidumbre de una suma) se calcula siguiendo la fórmula siguiente:

³⁴ Téngase en cuenta que ello solo es aplicable en el caso muy especial de que todos los cálculos de entradas estén correlacionados, con coeficientes de correlación de 1. Si el coeficiente es diferente de 1, habrán de tenerse en cuenta funciones más complejas relativas a las covariancias, que no entran dentro del ámbito de aplicación del presente documento. Para obtener más referencias bibliográficas, consúltese la GUM (véase la nota a pie de página 32).

$$u_{total} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

Donde:

u_{total}incertidumbre total (relativa) asociada a la determinación del carbón

U_jincertidumbre (valor absoluto) de la cinta de pesaje ($U_1 = U_2 = U_n$)

x_icantidades de carbón de los diferentes lotes

En este caso la incertidumbre (relativa) asociada a la determinación del carbón es igual a la incertidumbre (relativa) de la cinta de pesaje.

Ejemplo 6: Incertidumbres correlacionadas de un producto

Una industria mineral determina la pérdida por ignición pesando el producto en una báscula de sobremesa antes y después del proceso de combustión. La pérdida de incandescencia es la diferencia de masa antes y después del proceso de combustión en relación con el peso inicial. Las incertidumbres asociadas a los resultados del pesaje están correlacionadas, ya que se emplea la misma báscula.

Por lo tanto, la incertidumbre asociada a la determinación de la pérdida por ignición (incertidumbre de un producto) se calcula siguiendo la fórmula siguiente:

$$u_{total} = u_1 + u_2$$

Donde:

u_{total} incertidumbre (relativa) total asociada a la determinación de la pérdida por ignición

$u_{1,2}$incertidumbre (relativa) de la medición de la masa antes y después del calentamiento



8.3 Estudios de casos



Ejemplo 7: Incertidumbre de la cantidad de combustible almacenado

El consumo anual total de gasóleo se calcula a partir de la suma de entregas de los camiones cisterna. Los camiones están equipados con un caudalímetro sujeto a control metrológico legal nacional, con una incertidumbre admisible máxima de 0,5 %. Un camión puede entregar 25 000 litros de gasóleo. Con arreglo a las previsiones anuales, el operador espera encargar un promedio de 750 000 litros durante el año siguiente. Por lo tanto, tiene previsto recibir 30 entregas de camiones cisterna al año.

El depósito de almacenamiento de gasóleo de la instalación tiene una capacidad de 40 000 litros. Con una sección transversal de 8 m², la incertidumbre de la lectura de nivel es el 2,5 % de la capacidad total.

Téngase en cuenta que la cisterna de almacenamiento es capaz de albergar 40 000/750 000 litros = 5,3 % de la cantidad utilizada anualmente y que, por lo tanto, tiene que tenerse en cuenta en la evaluación de incertidumbre³⁵.

La cantidad anual Q de gasóleo viene determinada por la fórmula (10) de la sección 6.1.1 del Documento de orientación nº 1:

$$Q = P - E + (S_{inicio} - S_{final})$$

donde:

P..... Cantidad adquirida a lo largo de todo el año

E..... Cantidad exportada (por ejemplo, el combustible suministrado a las diversas partes de la propia instalación o a otras instalaciones no incluidas en el RCDE UE)

S_{inicio}.... Existencias de la cisterna gasóleo a comienzos de año

S_{final}..... Existencias de la cisterna gasóleo a finales de año

Dado que la cantidad de gasóleo comprado durante todo el año (*P*) no se determina mediante una única medición sino a través de la suma de muchas mediciones, a saber, 30 entregas de camiones, *P* puede describirse como:

$$P = P_1 + P_1 + .. + P_{30}$$

donde:

P_i..... Cantidad adquirida de un camión

Ahora todas las cantidades de entrada para la determinación de Q pueden considerarse incorrelacionadas³⁶. Suponiendo que no se exporte gasóleo (*E*=0), la incertidumbre podrá, pues, determinarse de conformidad con la sección 8.2.1 como la incertidumbre incorrelacionada de una suma:

$$u_Q = \frac{\sqrt{(U_{S_{inicio}})^2 + (U_{S_{final}})^2 + (U_{P1})^2 + .. + (U_{P30})^2}}{|S_{inicio} - S_{final} + P_1 + .. + P_{30}|}$$

u_Q..... incertidumbre total (relativa) asociada de Q

³⁵ Con arreglo al artículo 28, apartado 2, se concede una exención cuando las instalaciones de almacenamiento no tienen capacidad suficiente para almacenar más del 5 % de la cantidad de combustible o material utilizada anualmente. En este caso se puede prescindir, en el contexto de la evaluación de incertidumbre, de la correspondiente a las variaciones de las existencias.

³⁶ No cabe considerar que la lectura de niveles de la cisterna de almacenamiento corresponda a una serie de medición debido al largo período transcurrido entre mediciones (comienzo y final del año). Sin embargo, dado que se está utilizando el mismo instrumento de medida, puede existir algún tipo de correlación. La consideración como incorrelacionado es un supuesto referido a este ejemplo concreto. En general, ha de evaluarse determinando, por ejemplo, los coeficientes de correlación de conformidad con la GUM³², si es que puede descartarse realmente la correlación.

$U_{S, P}$incertidumbre (absoluta) de la lectura de los niveles de existencias o cantidad suministrada por una cisterna

La incertidumbre relacionada con la lectura de los niveles de existencias es la misma en el caso de ambas lecturas. Como la diferencia entre S_{inicio} y S_{final} no puede predecirse, se puede suponer que $S_{\text{inicio}} - S_{\text{final}}$ equivale a cero. Si, por otra parte, todas las P_i se consideran cantidades iguales con incertidumbres absolutas iguales, la ecuación se simplifica del modo siguiente:

$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (U_S)^2 + n \cdot (U_{P_i})^2}}{P}$$
$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (40\,000 \cdot 2,5\%)^2 + 30 \cdot (25\,000 \cdot 0,5\%)^2}}{750\,000} = 0,21\%$$

Ya que los datos de actividad relacionados con el consumo de gasóleo se expresan en toneladas, debe tenerse en cuenta la densidad del combustible. La incertidumbre para determinar la densidad aparente utilizando muestras representativas es de alrededor del 3 %. El uso de la fórmula del apartado 8.2.1 para incertidumbres incorrelacionadas de un producto depara lo siguiente:

$$u_{Q(\text{toneladas})} = \sqrt{u_{Q(\text{Volumen})}^2 + u_{\text{densidad}}^2} = \sqrt{0,21\%^2 + 3\%^2} = 3,007\%$$

Aunque a la medición de caudal le correspondía una incertidumbre bastante baja, la conversión en toneladas revela que la influencia de la incertidumbre relativa a la determinación de la densidad constituye la contribución más importante a la incertidumbre global. Las mejoras futuras, por lo tanto, deberán referirse a la determinación de la densidad con una menor incertidumbre.



Ejemplo 8: Incertidumbre de flujos fuente transferidos parcialmente a instalaciones conexas no incluidas en el RCDE UE

Cuando la instalación esté cubierta en parte por el RCDE UE y no todas las partes de la misma estén sujetas a dicho régimen, la medición de cantidades determinada por un subcontador interno (la incertidumbre equivale al 5 %) para la parte no incluida en el RCDE UE puede tener que restarse de la cantidad del flujo fuente que se mida con el contador principal sujeto a control metrológico nacional (la incertidumbre es de 2 %).

Supongamos asimismo que la instalación consume 500 000 Nm³ de gas natural al año. De dicha cantidad de gas natural, 100 000 Nm³ se transferirán y venderán a una instalación que no esté incluida en el RCDE UE. A efectos de determinar el consumo de gas natural de la instalación incluida en el RCDE UE, el consumo de gas natural de la instalación conexas tendrá que restarse del consumo de gas natural total del emplazamiento de la instalación. Para evaluar la incertidumbre relativa al consumo de gas natural de la instalación incluida en el RCDE UE, se llevará a cabo el cálculo siguiente:

$$u_{\text{flujo fuente}} = \frac{\sqrt{(2\% \cdot 500.000)^2 + (5\% \cdot 100.000)^2}}{|500.000 + (-100.000)|} = 2,8\%$$

Téngase en cuenta que la incertidumbre del caudalímetro de gas principal sujeto a control metrológico nacional no ha de evaluarse. Ha de evaluarse y confirmarse la incertidumbre del subcontador interno que no está garantizado por el control metrológico nacional antes de poderse determinar la incertidumbre asociada al flujo fuente.

8.4 Incertidumbre relativa a toda la instalación (metodologías alternativas)

El presente apartado es aplicable si al menos una parte de las emisiones de la instalación es objeto de seguimiento por medio de una metodología alternativa.



Ejemplo 9: Incertidumbre general con una metodología alternativa

Una instalación de categoría A ha estado quemando exclusivamente gas natural durante el segundo período de aplicación del RCDE UE, con unas emisiones anuales de 35 000 t CO₂. Como este carburante se obtiene mediante una transacción comercial sujeta al control metrológico legal nacional, la incertidumbre relativa a los datos de actividad puede ser del 2,0 %, utilizándose el error máximo admisible con arreglo a la legislación nacional aplicable. El 2,0 % también será la incertidumbre relacionada con las emisiones totales, ya que todos los factores de cálculo aplicados son valores por defecto por razones de simplificación y no ejercen influencia en la incertidumbre³⁷.

Debido a la ampliación del ámbito de aplicación del RCDE UE a partir de 2013 (tercer período de comercio), en adelante todo flujo fuente adicional deberá incluirse en la licencia de emisión de GEI y, por lo tanto, se exigirá su seguimiento. El titular demuestra a satisfacción de la AC que la aplicación, como mínimo, del nivel 1, por ejemplo, mediante la instalación de un sistema de medición, no es técnicamente viable, motivo por el que propone aplicar una metodología alternativa. El titular demuestra, de conformidad la GUM, que la evaluación de incertidumbre de tal flujo fuente da lugar a una incertidumbre (95 % de intervalo de confianza) del 18 %. Las emisiones previstas de dicho flujo fuente son de 12 000 t CO₂ anuales.

Cuando se aplica una metodología alternativa a una instalación de categoría A, el titular tiene que demostrar que la incertidumbre de las emisiones de la instalación en su conjunto no excede del 7,5 %. En el ejemplo dado, el titular

³⁷ Téngase en cuenta que un valor por defecto (por ejemplo, valores del IPCC o valores del inventario nacional) también presenta una incertidumbre relativa a dicho valor. Esta incertidumbre también ha de tenerse en cuenta al calcular la incertidumbre del flujo fuente a partir de las incertidumbres independientes del producto (véase el ejemplo 3) mediante la propagación de errores.

está obligado a calcular la incertidumbre mediante la siguiente ecuación:

$$Em_{total} = Em_{NG} + Em_{MA}$$

donde:

Em_{total} ..emisiones totales de la instalación

Em_{GN} ...las emisiones resultantes de la combustión de gas natural (35 000 t CO₂)

Em_{MA} ...emisiones derivadas del flujo fuente objeto de seguimiento mediante una metodología alternativa (12 000 t CO₂)

Ya que la incertidumbre (relativa) de las emisiones globales puede interpretarse como las incertidumbres de una suma, la incertidumbre global se calculará del modo siguiente:

$$u_{total} = \frac{\sqrt{(2,0 \% \cdot 35.000)^2 + (18 \% \cdot 12.000)^2}}{|35.000 + 12.000|} = 4,8 \%$$

La incertidumbre relacionada con las emisiones de la instalación en su conjunto no excede del 7,5 %. Por tanto, la metodología alternativa es aplicable.