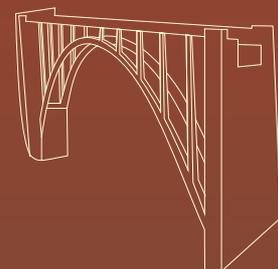
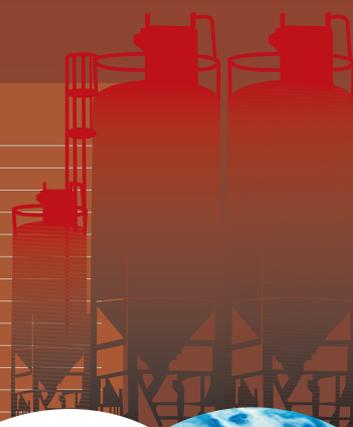


Guía para la notificación y verificación de **gases de efecto invernadero del sector cemento**

*(epígrafe 6 del Anexo I
de la Ley 1/2005,
de 9 de marzo)*





Guía para la notificación y verificación de **gases de efecto invernadero** del sector cemento



[epígrafe 6 del Anexo I
de la Ley 1/2005,
de 9 de marzo]

**GUÍA PARA LA NOTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO SEGÚN LA DECISIÓN 2007/589/CE
SECTOR FABRICACIÓN DE CEMENTO (Epígrafe 6 del Anexo I
de la Ley 1/2005, de 9 de marzo)**

Edita: Consejería de Medio Ambiente

Avda. Manuel Siurot, s/n, 41071 Sevilla

Julio de 2010

Han intervenido en la elaboración y revisión de contenidos:

Miguel Méndez Jiménez (Consejería de Medio Ambiente)

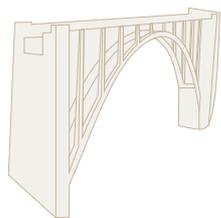
Vicente Ruiz Pérez (Empresa de Gestión Medioambiental, S.A.)

Ana M^a Gil Brachi (Empresa de Gestión Medioambiental, S.A.)

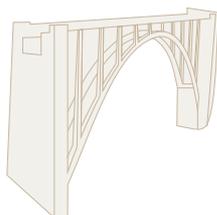
Sara Pérez Rivas (Empresa de Gestión Medioambiental, S.A.)

INERCO, S.A.

Los autores no aceptarán responsabilidades por las posibles consecuencias ocasionadas a las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar como resultado de alguna información contenida en este documento, sin una consulta profesional previa.



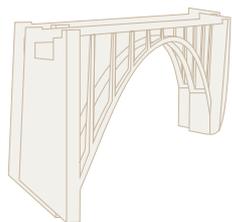
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | Pág. |
|--|------|
| 1. OBJETO DE LA GUÍA | 7 |
| 2. EL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN | 9 |
| 3. SEGUIMIENTO DE LAS EMISIONES DE CO₂ | 13 |
| 3.1 Generalidades | 14 |
| 3.2 Emisiones de combustión | 17 |
| 3.2.1 Datos de la actividad | 18 |
| 3.2.2 Factor de emisión | 25 |
| 3.2.3 Factor de oxidación | 28 |
| 3.2.4 Ejemplos de cálculo de emisiones de combustión en el proceso de fabricación de cemento | 29 |
| 3.3 Emisiones de proceso | 38 |
| 3.3.1 Método de cálculo A “basado en los materiales de entrada del horno” | 38 |
| 3.3.2 Método de cálculo B “basado en la producción de clinker” | 42 |
| 3.3.3 Ejemplo para la determinación de las emisiones de proceso | 50 |
| 3.4 Determinación de datos y factores específicos de la actividad | 53 |
| 3.4.1 Procedimientos para la toma de muestras y la determinación de las propiedades de combustibles y materiales | 53 |
| 3.4.2 Requisitos de los laboratorios empleados para la determinación de las propiedades de combustibles y materiales | 58 |
| 3.4.3 Métodos de muestreo y frecuencia | 60 |
| 3.5 Plan de Seguimiento | 61 |
| 4. PROCESO DE VERIFICACIÓN | 63 |
| 4.1 Consideraciones previas | 63 |
| 4.1.1 Definiciones | 63 |
| 4.1.2 Concepto de desviación | 64 |
| 4.1.3 Nivel de Importancia | 66 |
| 4.1.4 Dictamen de la verificación | 73 |
| 4.2 Proceso de verificación | 74 |
| 4.2.1 Objetivos del proceso de verificación | 75 |
| 4.2.2 Metodología del proceso de verificación | 75 |
| 4.2.3 Análisis estratégico | 76 |
| 4.2.4 Análisis del riesgo | 79 |
| 4.2.5 Análisis de procesos | 85 |
| 4.2.6 Informe de verificación interno | 87 |
| 4.2.7 Informe de Verificación | 90 |
| 4.3 Entidades para la verificación de Informes de Notificación de Emisiones | 93 |
| 4.4 Elementos clave en el proceso de verificación | 94 |
| 4.4.1 Autorización de Emisiones y Plan de Seguimiento | 94 |
| 4.4.2 Proceso Productivo | 98 |
| 4.4.3 Adquisición y tratamiento de datos y sistema de control | 98 |
| 4.4.4 Equipos de medición | 100 |
| 4.4.5 Uso de facturas en los datos de actividad | 103 |
| 4.4.6 Uso de biomasa | 104 |
| 4.4.7 Recurso a laboratorios acreditados/no acreditados con la UNE EN ISO/IEC 17025 | 104 |
| 4.4.8 Planteamientos alternativos | 105 |
| 4.5 Principales dsviaciones detectadas durante el primer período de vigencia de comercio de derechos de emisión | 105 |



| | |
|---|-----|
| 5. NOTIFICACIÓN | 109 |
| 5.1 Informe de Notificación de Emisiones | 109 |
| 5.2 Entrega de los Informes de Notificación y Verificación de Emisiones | 113 |
| 6. VALIDACIÓN | 115 |
| 7. PREGUNTAS FRECUENTES | 117 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Niveles de seguimiento establecidos en el cuadro 1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE para focos de combustión de la fabricación de cemento | 16 |
| Tabla 2. Niveles de seguimiento establecidos en el cuadro 1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE para focos de proceso de la fabricación de cemento | 16 |
| Tabla 3. Incertidumbre máxima permitida para la determinación del consumo de combustible. Actividades generales de combustión | 19 |
| Tabla 4. Descripción de los niveles para la determinación del VCN. Actividades generales de combustión | 23 |
| Tabla 5. VCN de algunos combustibles, según la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE | 24 |
| Tabla 6. Descripción de los niveles para la determinación del factor de emisión | 26 |
| Tabla 7. Factor de emisión de algunos combustibles, según la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE | 27 |
| Tabla 8. Descripción de los niveles para la determinación del factor de oxidación | 28 |
| Tabla 9. Niveles a aplicar en la instalación | 30 |
| Tabla 10. Niveles a aplicar en la instalación | 35 |
| Tabla 11. Relaciones estequiométricas | 41 |
| Tabla 12. Relaciones estequiométricas | 45 |
| Tabla 13. Niveles a aplicar en la instalación | 50 |
| Tabla 14. Niveles a aplicar en la instalación | 52 |
| Tabla 15. Normas para la determinación de los valores caloríficos netos, contenido en carbono y factores de emisión | 54 |
| Tabla 16. Normas para la determinación de los suministros de coque de petróleo | 55 |
| Tabla 17. Normas para la determinación de los óxidos de calcio y magnesio presentes en el clinker | 55 |
| Tabla 18. Laboratorios acreditados para la determinación de óxidos | 59 |
| Tabla 19. Frecuencia indicativa mínima de los análisis | 61 |
| Tabla 20. Grados de importancia | 66 |
| Tabla 21. Niveles autorizados para el coque de petróleo | 67 |
| Tabla 22. Niveles autorizados para el fuelóleo | 68 |
| Tabla 23. Valor calorífico neto, año 2008 | 71 |
| Tabla 24. Valor calorífico neto, año 2007 | 71 |
| Tabla 25. Dictamen de la verificación | 74 |
| Tabla 26. Ejemplo de formato para la realización del análisis de riesgo | 82 |
| Tabla 27. Umbrales alternativos de incertidumbre globales | 105 |
| Tabla 28. Cifras significativas | 113 |
| Tabla 29. Unidades registradas en el RENADE | 122 |
| Tabla 30. Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de medida | 125 |
| Tabla 31. Otros valores del factor de cobertura | 127 |
| Tabla 32. Expresiones de la incertidumbre de la medida | 131 |
| Tabla 33. Incertidumbres variables no correlacionadas | 132 |
| Tabla 34. Incertidumbres variables interdependientes | 132 |
| Tabla 35. Incertidumbre expandida y factor de cobertura del certificado de calibración | 133 |
| Tabla 36. Resultado de la prueba del error de indicación / carga y descarga del certificado de calibración | 134 |



| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 37. | EMP según la UNE EN 45501 | 134 |
| Tabla 38. | Resultado de la prueba de repetibilidad del certificado de calibración | 135 |
| Tabla 39. | Datos sobre las entradas de coque a la instalación | 144 |
| Tabla 40. | Datos sobre las salidas de coque para otros usos | 148 |
| Tabla 41. | Coque almacenado al principio del período de notificación | 151 |
| Tabla 42. | Coque almacenado al final del período de notificación | 152 |
| Tabla 43. | Resumen del período de notificación | 154 |
| Tabla 44. | Características de los suministros | 159 |
| Tabla 45. | Incertidumbre asociada a la variación de nivel | 164 |
| Tabla 46. | Incertidumbre asociada a la corrección del dato de densidad por temperatura | 165 |
| Tabla 47. | Incertidumbre global asociada a los stocks | 166 |
| Tabla 48. | Valores de las cantidades almacenadas al inicio y final del período de notificación | 166 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

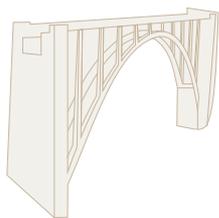
| | | |
|----------------|----------------------------------|-------------|
| | ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN | Pág. |
| Ilustración 1. | Determinación del error cometido | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

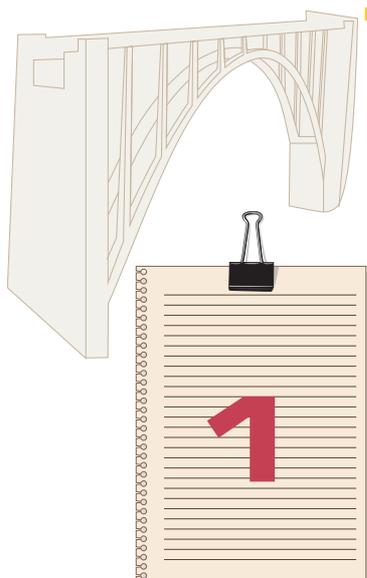
| | | |
|-----------|---|-------------|
| | ÍNDICE DE FIGURAS | Pág. |
| Figura 1. | Reparto de funciones en la aplicación del comercio de derechos | 10 |
| Figura 2. | Calendario para la notificación y validación de las emisiones y entrega y cancelación de derechos | 11 |
| Figura 3. | Ruta al último inventario nacional presentado a la secretaría de la CMCCNU | 24 |
| Figura 4. | Ruta de búsqueda de normas en CEN | 56 |
| Figura 5. | Ruta de búsqueda de normas en ISO | 57 |
| Figura 6. | Ruta de búsqueda de normas en AENOR | 58 |
| Figura 7. | Proceso de verificación | 76 |
| Figura 8. | Incertidumbre expandida de la medida | 124 |

ANEXOS

| | | |
|------------|---|-------------|
| | ANEXOS | Pág. |
| Anexo I. | Incertidumbre de la medida | 123 |
| Anexo II. | Certificado de calibración de una báscula puente | 133 |
| Anexo III. | Determinación del consumo de coque mediante evaluación de los cambios de existencias | 143 |
| Anexo IV. | Determinación del consumo de fuelóleo mediante evaluación de los cambios de existencias | 157 |
| Anexo V. | Informe de notificación de emisiones. Formato de la Consejería de Medio Ambiente | 167 |



| | |
|---|-----|
| Anexo VI. Informe de verificación de emisiones de gases de efecto invernadero. Formato de la Consejería de Medio Ambiente | 179 |
| Anexo VII. Autorización del titular al organismo de verificación para la entrega de los informes de notificación y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero y documentos resultantes del proceso de verificación por vía electrónica | 183 |

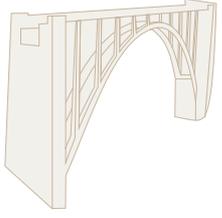


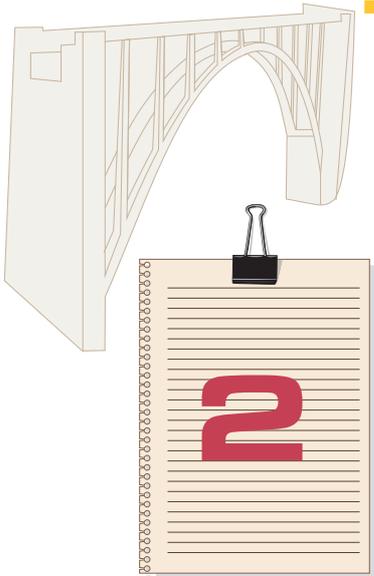
Objeto de la guía

La experiencia adquirida por parte de todos los actores implicados en el comercio de derechos de emisión (Administración, instalaciones afectadas y entidades de verificación) durante el primer período de aplicación, 2005-2007, y la entrada en vigor de una nueva Decisión de la Comisión por la que se establecen las directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero, Decisión 2007/589/CE, establecen el escenario para la elaboración de esta Guía.

La Guía se dirige a los titulares de las instalaciones afectadas por la Ley 1/2005, de 9 de marzo, y a las entidades de verificación de emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo del presente documento es proporcionar a las instalaciones afectadas una herramienta útil para la aplicación de las metodologías de seguimiento de las emisiones de dióxido de carbono. Asimismo, se establecen los requisitos mínimos y la información necesaria para aquellas entidades que realicen labores de verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Se incluye además un capítulo con las preguntas más frecuentes recibidas en la Consejería de Medio Ambiente en relación a la aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, y la Decisión 2007/589/CE.





El comercio de derechos de emisión

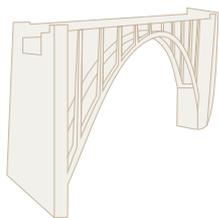
Las emisiones de gases de efecto invernadero sometidas a seguimiento bajo el Protocolo de Kioto se dividen en los países de Europa en dos grandes grupos: las emisiones de CO₂ de las instalaciones industriales afectadas por la Directiva del Comercio de Derechos de Emisión, y el resto. El primer grupo está formado por instalaciones que pertenecen a las categorías de actividades que la UE ha considerado como principales emisores potenciales: la generación de energía eléctrica, el refinado del petróleo, la fabricación de cemento, de vidrio, de productos cerámicos, la industria del metal, etc. El resto de sectores, no cubiertos por la Directiva, constituyen el llamado sector difuso. En este último están algunas actividades industriales, el sector agrario, el sector residencial, comercial e institucional, el tratamiento de residuos y el sector del transporte.

El comercio de derechos es uno de los mecanismos de flexibilidad contemplados en el Protocolo de Kioto para facilitar a los países del Anexo I de la Convención la consecución de sus objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Está regulado por la Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, que fue modificada por la Directiva 2004/101/CE, de 27 de octubre. La transposición al ordenamiento jurídico español se realizó mediante la Ley 1/2005, de 9 de marzo, modificada a su vez por el Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso de la productividad y para la mejora de la contratación pública. La aprobación de los Planes Nacionales de Asignación y sus posteriores modificaciones, se han realizado mediante reales decretos, entre los que se citan a título de ejemplo el Real Decreto 777/2006, de 23 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el PNA 2005-2007, o el Real Decreto 1402/2007, de 29 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el PNA 2008-2012.

En la actualidad, las actividades industriales afectadas son las incluidas en el Anexo I de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, con la ampliación que introdujo el RDL 5/2005. Esta modificación del ámbito de aplicación fue consecuencia del condicionamiento de la Comisión Europea para aprobar el Plan nacional de asignación 2005-2007 de España, y originó que la entrada en vigor del régimen del comercio de derechos para un grupo de instalaciones comenzara el 1 de enero de 2006, con un año de retraso sobre el resto de instalaciones afectadas.

Resulta oportuno mencionar aquí que la Directiva 2003/87/CE, establece la posibilidad de ampliar el ámbito de aplicación mediante la inclusión de otros sectores industriales u otros gases de efecto invernadero adicionales.



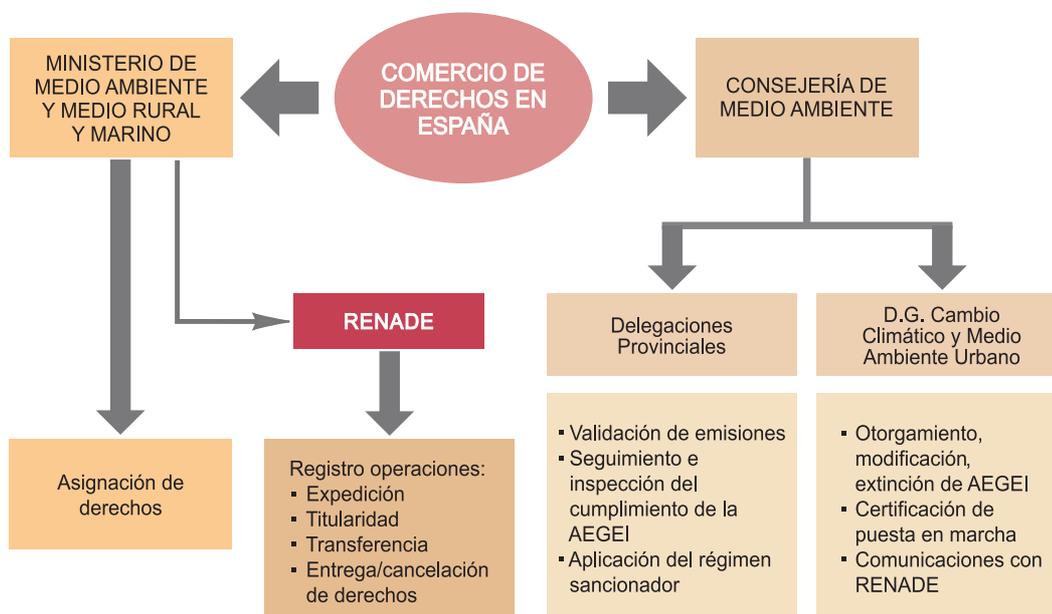
La Ley 1/2005, de 9 de marzo, otorga las competencias relativas a la asignación de derechos de emisión a la Administración General del Estado. La aprobación de la asignación individualizada de derechos de emisión corresponde al Consejo de Ministros, a propuesta de los Ministerios de Economía y Hacienda, de Industria, Turismo y Comercio y de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, previa consulta a la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático. La propuesta de asignación es sometida a información pública antes de su aprobación.

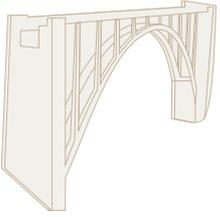
Por otro lado, en Andalucía, las competencias atribuidas a las Comunidades Autónomas en el régimen del comercio de derechos, corresponden a la Consejería de Medio Ambiente. Entre otras competencias, el otorgamiento de las Autorizaciones corresponde al titular de la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano, según el Decreto 194/2008, de 6 de mayo, por el que se regula la Estructura Orgánica de la Consejería de Medio Ambiente.

Toda instalación en la que se desarrolle alguna de las actividades y que genere las emisiones especificadas en el Anexo I de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, deberá contar con una Autorización de emisión de gases de efecto invernadero (AEGEI), expedida a favor de su titular. Como se ha dicho, esta Autorización se otorga a través de una Resolución de la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano. En esta Resolución se recogen los datos generales de identificación tanto del titular como de la propia instalación y su representante legal, un resumen de las distintas modificaciones que ha sufrido la Autorización, y la metodología de seguimiento de las emisiones. Dicha metodología, en el caso de las emisiones de combustión, ha de cumplir con los requisitos que se establecen en el Anexo II de la Decisión 2007/589/CE.

En la siguiente figura se detalla el reparto de funciones en la aplicación del régimen del comercio de derechos en Andalucía.

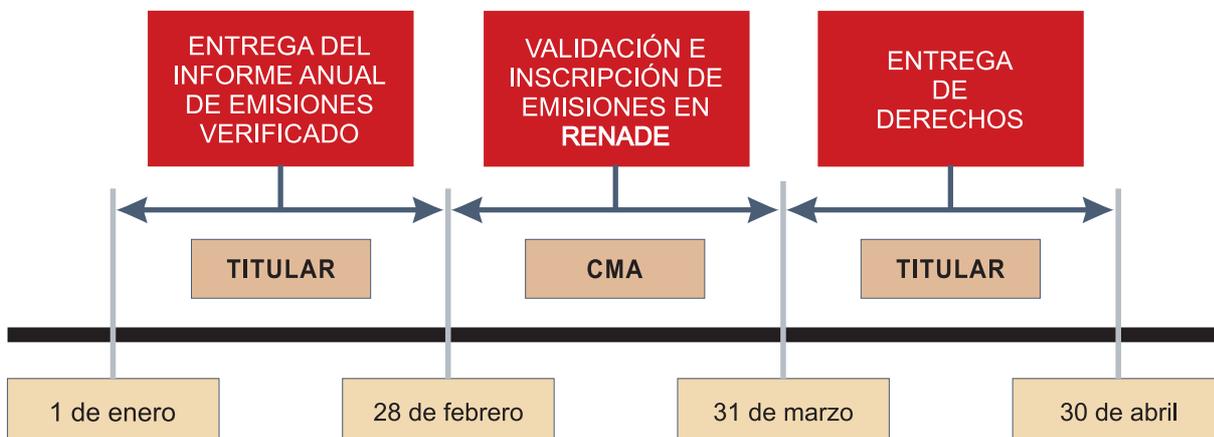
Figura 1. Reparto de funciones en la aplicación del comercio de derechos

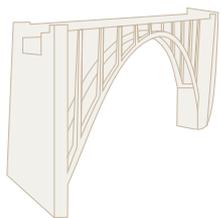


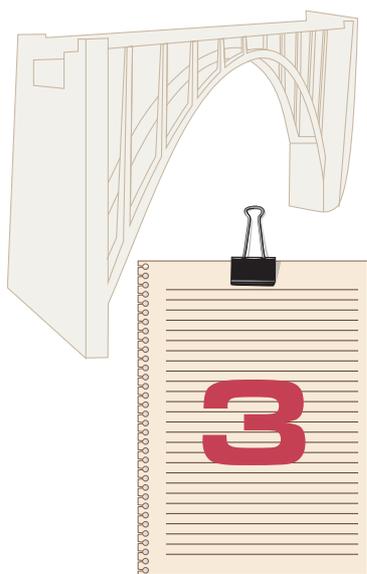


Por tanto, en el Régimen del Comercio de Derechos se realiza un tratamiento individualizado de cada instalación: cada una de ellas recibe un determinado número de derechos y es objeto de una Autorización administrativa por la que se le fija una metodología específica de seguimiento de las emisiones. Cada instalación está obligada a notificar a la Administración sus emisiones una vez al año, previamente verificadas por una Entidad independiente. Una vez validado este informe por la Administración e inscrito el dato de emisiones en el Registro Nacional de Derechos de Emisión (RENADE), la instalación debe entregar los derechos correspondientes a las emisiones del ejercicio. En la siguiente figura se muestra el calendario anual de actuaciones que debe cumplir una instalación afectada:

Figura 2. Calendario para la notificación y validación de las emisiones y entrega y cancelación de derechos







Seguimiento de las emisiones de CO₂

Con la presente guía se pretende proporcionar a los titulares de las cementeras afectadas por el comercio de derechos de emisión, una herramienta que les facilite la aplicación e interpretación de las metodologías de cálculo de emisiones de CO₂ recogidas en las correspondientes Autorizaciones de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) emitidas por la Consejería de Medio Ambiente de acuerdo con las directrices de la Decisión 2007/589/CE.

Alcance

El Anexo IV de la Directiva 2003/87/CE permite la determinación de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando:

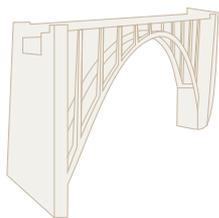
- Una **metodología basada en el cálculo**, determinando las emisiones de flujos fuente a partir de datos de la actividad obtenidos mediante sistemas de medición y otros parámetros resultantes de análisis de laboratorio o factores tipo.
- Una **metodología basada en la medición**, que determina las emisiones de una fuente de emisión mediante la medición continua de la concentración de CO₂, corroborando dichas mediciones con un cálculo complementario de las emisiones.

En la presente guía solamente se describirá la **metodología basada en cálculos** para el seguimiento de emisiones de CO₂, ya que la determinación de las emisiones mediante la metodología basada en mediciones no ha sido considerada en las Autorizaciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) otorgadas a las instalaciones afectadas para el período de comercio 2008-2012 en Andalucía.

Las directrices que han marcado la definición de las metodologías de cálculo de las emisiones de CO₂ recogidas en las Autorizaciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) de las instalaciones de fabricación de cemento afectadas son las contempladas en los Anexos I, II y VII de la Decisión 2007/589/CE.

Instalaciones afectadas

Las directrices contempladas en los Anexos I, II y VII de la Decisión 2007/589/CE afectan al seguimiento de las emisiones de CO₂ de las siguientes instalaciones, recogidas en el Anexo I de la Directiva



2009/29/CE, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de derechos de emisión de gases de efecto invernadero:

- Fabricación de cemento sin pulverizar (“clinker”) en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, en las actividades relacionadas.

Tal y como indica el Anexo I de la Decisión 2009/29/CE, las fuentes de emisiones de CO₂ de combustión son:

- **Emisiones de combustión:** calderas, quemadores, turbinas, calentadores, hornos, incineradores, hornos de cocción, estufas, secadoras, motores, antorchas, cualquier equipo o maquinaria que utilice combustible, excluyendo los equipos o maquinarias con motores de combustión interna que se utilicen con fines de transporte.

En concreto, y para las instalaciones afectadas, el seguimiento de las emisiones de CO₂ según la Decisión 2007/589/CE, se aplicará a las:

- **Emisiones de combustión:** Emisiones de CO₂ resultantes de los procesos de combustión que afecten a diferentes tipos de combustibles que tengan lugar en las instalaciones para la producción de clinker de cemento.
- **Emisiones de proceso:** Emisiones de CO₂ procedentes de la calcinación de carbonatos presentes en las materias primas empleadas en la fabricación del clinker, a la calcinación parcial o total del polvo del horno de cemento o del polvo desviado eliminado del proceso y, en algunos casos, del contenido en carbono no carbonatado de las materias primas.

3.1 Generalidades

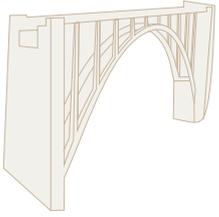
La metodología basada en cálculos para determinar las emisiones de CO₂, se fundamenta en la aplicación de la fórmula general siguiente:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{Dato de actividad} * \text{Factor de emisión} * \text{Factor de oxidación/conversión}$$

Esta fórmula general se concreta en dos fórmulas específicas, una para el cálculo de las emisiones de combustión y otra para el cálculo de las emisiones de proceso:

- **Emisiones de combustión:**

$$\text{Emisiones de CO}_2 [\text{t CO}_2] = \text{Datos de la actividad [TJ]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2/\text{TJ]} * \text{Factor de oxidación}$$



Siendo:

$$\text{Datos de la actividad [TJ]} = \text{Flujo de combustible [t o Nm}^3\text{]} * \text{Valor Calorífico Neto [TJ/t o TJ/Nm}^3\text{]}$$

- **Emisiones de proceso:**

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ [t CO}_2\text{]} = \text{Datos de la actividad [t]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/t]} * \text{Factor de conversión}$$

Donde:

Datos de la actividad (DA)

Los datos de la actividad representan información sobre el flujo de materiales, el consumo de combustibles, los materiales de entrada o la producción de salida. Se expresa en unidades de energía [TJ] en el caso de combustibles, y en unidades de masa [t] en el caso de materias primas o productos.

Cuando no puedan determinarse directamente los datos de la actividad para el cálculo de las emisiones, estos se determinarán por medio de una evaluación de los cambios de las existencias.

Factor de Emisión (FE)

Cada combustible o material produce una emisión específica de CO₂ que está íntimamente relacionada con el contenido de carbono del combustible o del material en cuestión. Se expresa normalmente en unidades de [t CO₂/TJ] para emisiones de combustión y en [t CO₂/t] para emisiones de proceso.

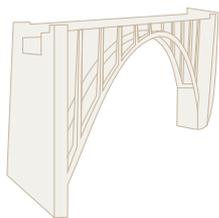
Para la conversión del carbono en el valor correspondiente de CO₂ debe utilizarse el factor 3,664 [t CO₂/t C], basándose en la relación de las masas atómicas del carbono (12,011) y del oxígeno (15,994).

La biomasa se considera neutra respecto al CO₂. Se aplicará a la biomasa un factor de emisión de 0 [t CO₂/TJ].

Para los combustibles o materiales que contienen tanto carbono fósil como carbono procedente de biomasa, se aplicará un factor de emisión ponderado, basado en la proporción de carbono fósil dentro del contenido total de carbono del combustible.

Factor de Oxidación y de Conversión (FO y FC)

Representa las ineficiencias de cualquier proceso, indicando la proporción del carbono que no se ha oxidado o de los carbonatos que no se han descarbonatado. Se utilizará un factor de oxidación en el caso de las emisiones de combustión o un factor de conversión en el caso de las emisiones de proceso para reflejar la proporción de carbono que no se oxida o convierte en el proceso.



Es un valor que está entre 0 y 1 y se expresa sin unidades. El factor de oxidación/conversión sólo se aplica en caso que el factor de emisión no refleje la oxidación parcial del carbono, es decir, cuando el factor de oxidación/conversión no esté implícito en el factor de emisión.

Niveles de planteamiento

Cada una de las variables que aparecen en las fórmulas anteriores (dato de actividad, factores de emisión y factores de oxidación/conversión) disponen de varios planteamientos diferentes para su determinación. Cada uno de esos planteamientos se designan como niveles. La numeración creciente de los niveles desde uno hacia arriba refleja niveles cada vez mayores de precisión en la determinación de la variable.

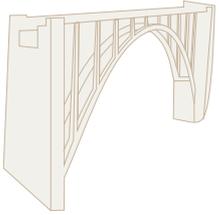
Los niveles mínimos definidos para los flujos fuentes principales de las instalaciones cementeras se indican en el Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. Estos son:

Tabla 1. Niveles de seguimiento establecidos en el cuadro 1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE para focos de combustión de la fabricación de cemento

| Anexo/Actividad | Dato de actividad | | | | | | Factor de emisión | | | Factor de oxidación | | |
|--|----------------------|---|---|-----------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|---------------------|---|---|
| | Flujo de combustible | | | Valor calorífico neto | | | A | B | C | A | B | C |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| II: Combustión | | | | | | | | | | | | |
| Combustibles comerciales estándar | 2 | 3 | 4 | 2a/2b | 2a/2b | 2a/2b | 2a/2b | 2a/2b | 2a/2b | 1 | 1 | 1 |
| Otros combustibles líquidos y gaseosos | 2 | 3 | 4 | 2a/2b | 2a/2b | 3 | 2a/2b | 2a/2b | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Combustibles sólidos | 1 | 2 | 3 | 2a/2b | 3 | 3 | 2a/2b | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |

Tabla 2. Niveles de seguimiento establecidos en el cuadro 1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE para focos de proceso de la fabricación de cemento

| Anexo/Actividad | Dato de actividad | | | | | | Factor de emisión | | | Factor de conversión | | |
|---|----------------------|---|---|-----------------------|------|------|-------------------|---|---|----------------------|------|------|
| | Flujo de combustible | | | Valor calorífico neto | | | A | B | C | A | B | C |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| VII: Cemento | | | | | | | | | | | | |
| Basado en los materiales de entrada del horno | 1 | 2 | 3 | n.a. | n.a. | n.a. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Producción de clinker | 1 | 1 | 2 | n.a. | n.a. | n.a. | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Polvo del horno de cemento | 1 | 1 | 2 | n.a. | n.a. | n.a. | 1 | 2 | 2 | n.a. | n.a. | n.a. |
| Carbono no carbonatado | 1 | 1 | 2 | n.a. | n.a. | n.a. | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |



Las directrices expuestas en el Anexo II de la Decisión 2007/589/CE describen, para cada una de las variables de los focos de combustión, los diferentes planteamientos específicos para su determinación asociados a cada uno de los niveles. Asimismo, en cuanto a los focos de procesos se refiere, éstos se detallan en el Anexo VII de la mencionada Decisión.

Para determinar los niveles de cada instalación deben tenerse en cuenta las emisiones de CO₂, para designar si la actividad pertenece a la categoría A, B o C.

Las instalaciones de categoría A se corresponden con aquellas cuyas emisiones medias anuales notificadas correspondientes al período de comercio anterior (o una estimación prudente si las emisiones notificadas no están disponibles o han dejado de ser aplicables) son inferiores a 50.000 toneladas de CO₂ procedentes de combustibles fósiles antes de descontar el CO₂ transferido. En las de categoría B, las emisiones son superiores a 50.000 toneladas de CO₂ e inferiores o iguales a 500.000 toneladas de CO₂. Finalmente, en las instalaciones de categoría C, las emisiones son superiores a 500.000 toneladas de CO₂.

Cabe indicar que las instalaciones con mayor número de emisiones de CO₂ tienen niveles de seguimiento mayores y, por tanto, las exigencias de incertidumbre asociadas a dichos niveles también son superiores.

Asimismo, también es preciso resaltar que en el caso de los combustibles de biomasa pueden aplicarse planteamientos sin niveles a las instalaciones o partes técnicamente identificables de las mismas.

Por otro lado, para los flujos fuentes secundarios y de mínimos, el titular puede aplicar niveles de planteamiento menos exigentes que los requisitos recogidos en las Tablas 1 y 2, siempre que tengan la aprobación de la Autoridad competente.

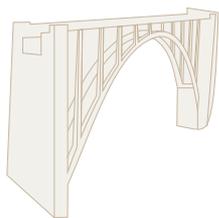
Los niveles aprobados para cada instalación por la Consejería de Medio Ambiente aparecen en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI), debiendo el titular determinar los datos de la actividad, los factores de emisión y los factores de oxidación/conversión de acuerdo a los planteamientos y niveles indicados en la Autorización.

3.2 Emisiones de Combustión

Las emisiones de combustión de las cementeras se calcularán multiplicando el contenido de energía de cada combustible consumido por un factor de emisión y un factor de oxidación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ [t CO}_2\text{]} = \text{Datos de la actividad [TJ]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/TJ]} * \text{Factor de oxidación}$$

Cabe indicar que para el proceso de fabricación de cemento, a parte de la fórmula mencionada, existen diferentes combustibles, como los neumáticos o el serrín impregnado, donde la cantidad de dióxido de carbono producido se determina mediante las siguientes expresiones:



*Emisiones de CO₂ del serrín impregnado [t CO₂]= (Serrín impregnado consumido (t)) * Valor calorífico neto (TJ/t)*Factor de emisión (t CO₂/TJ)* Factor de oxidación) - (Serrín limpio consumido (t) * Valor calorífico neto (TJ/t) * Factor de emisión (t CO₂/TJ) * Factor de oxidación)*

*Emisiones de CO₂ de los neumáticos [t CO₂]= (Neumático consumidos (t) * (1- fracción biomasa) * Valor calorífico neto (TJ/t) * Factor de emisión (t CO₂/TJ) * Factor de oxidación)*

Para la determinación de cada una de las variables de la fórmula, el titular deberá aplicar la metodología (planteamientos y niveles) recogida en la AEGEI. Los principales requisitos de dicha metodología se recogen en los siguientes apartados de la Autorización:

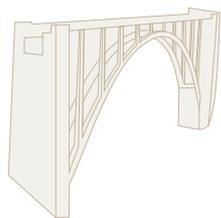
- “3.6 Lista de los niveles que deben aplicarse a los datos de la actividades, los factores de emisión y los factores de oxidación y conversión para cada una de las actividades y flujos fuente de combustibles y materiales”. En este apartado se recogen los niveles a aplicar en cada una de las variables implicadas en el cálculo de las emisiones de CO₂ (consumo de combustible, valor calorífico neto, factor de emisión y factor de oxidación) y se describe la metodología de cálculo de cada una de ellas.
- “3.7 Descripción del tipo, especificación y ubicación exacta de los dispositivos de medición que deben utilizarse para cada una de las fuentes y tipos de combustibles/materiales”. En este apartado aparece el listado de equipos que intervienen en la determinación de los datos de la actividad y las incertidumbres máximas permitidas asociadas a la determinación de los consumos de cada flujo de combustible y material durante el período de notificación, así como otros requisitos metrológicos asociados a los sistemas de medición implicados.
- “3.8 Descripción de los planteamientos de muestreo y análisis que deben utilizarse en la determinación de los parámetros específicos de la actividad de flujos fuente de combustibles y materiales”. En este apartado se recoge el planteamiento para el muestreo, la frecuencia y el análisis para la determinación del valor calorífico neto, el factor de emisión y el factor de oxidación.

3.2.1 Datos de la actividad

Los datos de la actividad se expresan generalmente como el contenido de energía neto del combustible consumido [TJ] durante el período de notificación:

*Contenido de energía del consumo de combustible (dato de actividad) [TJ]= Combustible [t o Nm³] * valor calorífico neto del combustible [TJ/t o TJ/Nm³]*

Hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:



- La Decisión 2007/589/CE indica que el dato de actividad debe expresarse en términos de energía [TJ]. No obstante, en casos excepcionales, los datos de la actividad se expresarán en cantidad de combustible consumido [t o Nm³] en vez de [TJ]. Estos casos serán aquellos en los que la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) recoja el uso de un factor de emisión relacionado con la masa o el volumen [t CO₂/t o t CO₂/Nm³] en vez de con el contenido en energía t CO₂/TJ.
- En el caso de que se utilicen unidades de volumen, el titular considerará cualquier conversión que pueda requerirse para tener en cuenta las diferencias de presión y temperatura del dispositivo de medición, así como las condiciones normales a las que corresponda el valor calorífico neto del tipo de combustible considerado.

Es el caso, por ejemplo, de la determinación del consumo de gas natural suministrado a través de una Estación de Regulación y Medida (ERM). En este caso, en la ERM existe un medidor de caudal que registra el consumo de gas natural en las condiciones de presión, temperatura y compresibilidad de suministro. Esta medición del consumo hay que convertirla a las condiciones de presión, temperatura y compresibilidad en las que se proporciona el VCN del gas consumido (condiciones normales). Esta conversión se realiza a través de un equipo denominado conversor PTZ que, en función de la presión, temperatura y compresibilidad del gas en las condiciones de suministro, calcula un factor de conversión (FC) que multiplicado por el consumo en las condiciones de suministro proporciona el consumo en condiciones normales:

$$V [\text{Nm}^3] = V [\text{m}^3 (\text{condiciones de suministro})] * \text{FC} [\text{Nm}^3 / \text{m}^3 (\text{condiciones de suministro})]$$

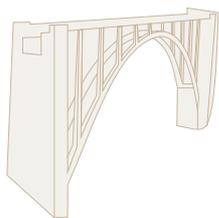
a) Combustible consumido

El Anexo II de la Decisión 2007/589/CE establece que el titular o el proveedor de combustible determinará el consumo de combustible durante el período de notificación con una incertidumbre máxima inferior a ±1%, teniendo en cuenta el efecto de los cambios en las existencias, si procede.

Tabla 3. Incertidumbre máxima permitida para la determinación del consumo de combustible. Actividades generales de combustión

| | Niveles | | | |
|------|---------|---------|---------|---------|
| | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 |
| ± 1% | ± 7,5% | ± 5% | ± 2,5% | ± 1,5% |

Para dar respuesta a este requisito, el titular deberá determinar el consumo de combustible de acuerdo a lo establecido en el apartado 3.6 de la AEGEI y demostrar que las incertidumbres asociadas a la determinación de los consumos de cada flujo de combustible durante el período de notificación cumplen



con los umbrales de incertidumbre indicados en la tabla anterior, en función de nivel autorizado. Existen dos posibilidades:

- Si la medición del consumo de combustible se realiza de forma directa, sin almacenamientos intermedios que obliguen a tener en cuenta los cambios de existencias, las incertidumbres que intervendrán serán las correspondientes al equipo de medida y a los equipos de conversión que puedan requerirse para tener en cuenta las diferencias de presión y temperatura del dispositivo de medición.

Así, por ejemplo, en el caso de un sistema de medición del consumo de gas natural compuesto por el medidor de turbina y el convertor PTZ, la incertidumbre a evaluar será la incertidumbre combinada de las incertidumbres del medidor de caudal y del convertor PTZ.

- Si la medición del consumo de combustible se realiza mediante evaluación de los cambios de existencias, las incertidumbres que intervendrán serán las correspondientes a los equipos de medida y de conversión que puedan requerirse además de las incertidumbres asociadas al cálculo de las variaciones de existencias. La fórmula de cálculo es:

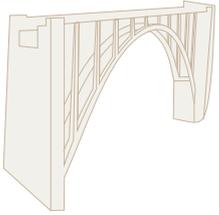
$$\text{Material C} = \text{Material P} + (\text{Material S} - \text{Material E}) - \text{Material O}$$

Donde:

| | |
|-------------|--|
| Material C: | Material procesado durante el período de notificación. |
| Material P: | Material adquirido durante el período de notificación. |
| Material S: | Material en existencias al comienzo del período de notificación. |
| Material E: | Material en existencias al final del período de notificación. |
| Material O: | Material utilizado con otros fines (transporte o reventa). |

En el caso de los combustibles sólidos, por ejemplo, en el proceso de determinación del consumo de coque, intervienen las básculas de pesada de los camiones, los equipos para la determinación de la humedad del combustible, los equipos de medición de los volúmenes de almacenamiento de coque al principio y final de cada período, los equipos para la determinación de la densidad de dichos almacenamientos, etc. Por tanto, la incertidumbre asociada a la determinación del consumo de coque incluirá la incertidumbre de todos y cada uno de los equipos mencionados.

Cabe indicar que el contenido de humedad se ha de determinar analíticamente a partir de una muestra representativa tomada en la descarga del camión de suministro, de acuerdo con lo recogido en el apartado 3.8 de la AEGEI y aplicando normas y/o procedimientos indicados en el apartado 3.4 del presente documento.



Para los combustibles líquidos, como el fuelóleo, el combustible comprado se determina mediante pesada en la báscula de los camiones a la entrada de la fábrica. En cuanto al combustible en stock, se determinará mediante lectura de los niveles de los tanques de almacenamiento. Por tanto, para el cálculo de la incertidumbre asociada al consumo de fuelóleo, deben tenerse en cuenta cada una de las incertidumbres asociadas a los diferentes equipos de medición empleados en la determinación del consumo de dicho combustible.

A parte del coque de petróleo o el fuelóleo, en el proceso de fabricación de cemento, también se utilizan otros combustibles mezcla de fósil y biomasa, como por ejemplo los neumáticos o el serrín impregnado.

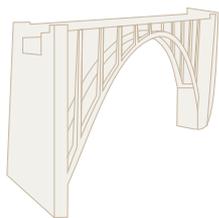
En el caso del serrín impregnado, para la determinación del consumo de combustible es necesario determinar el porcentaje de serrín limpio presente en cada partida de serrín impregnado, tal como se ha indicado al inicio del apartado 3.2.

Para la cuantificación de neumáticos consumidos hay que tener en consideración dos aspectos, por un lado la determinación de la cantidad consumida y por otro, cual es la fracción de biomasa:

- En relación al consumo de neumáticos, éste se obtendrá mediante pesaje en la báscula de entrada, teniendo en consideración la variación de stock.
- Para determinar la fracción de biomasa el titular utilizará los datos actualizados de la composición del parque móvil, los ratios de generación de NFU's (Neumáticos Fuera de Uso), y los resultados analíticos del contenido de caucho natural de los neumáticos según el Plan de muestreo y análisis aprobado por la consejería de Medio Ambiente. El citado plan se revisará cada dos años y contemplará como mínimo, en lo que respecta al muestreo y al análisis, lo recogido en el apartado 3.8 de la AEGEI y deberá presentarse en el primer trimestre de los años correspondientes a las sucesivas revisiones. En caso de que no se cuente con el Plan de muestreo y análisis aprobado, no se podrá descontar la fracción de biomasa de los neumáticos.

Finalmente, hay que tener en cuenta los combustibles que no computan para el cálculo de emisiones de CO₂. Se trata de materiales que se consideran biomasa y, tal como se indica en el apartado 5.5 *Factores de emisión* de la Decisión 2007/589/CE, se consideran neutros respecto al CO₂, aplicando un factor de emisión de 0 [t CO₂/TJ o t CO₂/Nm³]. La lista de biomosas neutras respecto al CO₂ se detalla en el apartado 12 *Lista de biomosas neutras respecto al CO₂* de la mencionada Decisión.

Asimismo, en relación con las incertidumbres asociadas a la determinación de los consumos de cada flujo de combustible, en el apartado 3.7 de la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, aparece el listado de equipos que intervienen en la determinación de los datos de la actividad y las incertidumbres máximas permitidas asociadas a la determinación de los consumos de cada flujo de combustible/materiales implicados.

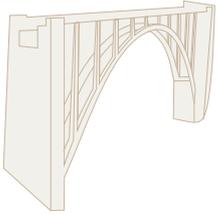


Es obligación del titular demostrar que la incertidumbre asociada a la determinación de los consumos de cada flujo de combustible/material durante el período de notificación es igual o inferior a la incertidumbre máxima permitida. Habría de demostrar el cumplimiento de los otros requisitos metrológicos asociados a los sistemas de medición implicados, tal y como se recoge en la correspondiente Autorización. Esta obligación se extiende a todos los titulares, independientemente de que en la AEGEI se indique que el consumo de combustible se determine a partir de las facturas/albaranes del suministrador.

Anexos aclaratorios

Se adjuntan un bloque de Anexos aclaratorios de todos los conceptos que se han estado manejando en este apartado:

- En el Anexo I. *Incertidumbre de la medida*, se marcan una serie de directrices básicas para entender que es un proceso de medida, el concepto de incertidumbre de la medida y el efecto acumulativo de todos los componentes de un sistema de medición de los datos anuales de la actividad utilizando la ley de propagación de errores.
- En el Anexo II. *Certificado de calibración de una báscula puente*, indicando cómo se determina la incertidumbre de medida.
- En el Anexo III. *Determinación del consumo de coque mediante evaluación de los cambios de existencias*. En este ejemplo, se calcula la incertidumbre asociada a la determinación del consumo de coque durante un período de notificación anual teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a la báscula de camiones, a los equipos de determinación de humedad y densidad del combustible, y la determinación del cubicaje de los almacenamientos inicial y final del período.
- En el Anexo IV. *Determinación de consumo de fuel oil mediante evaluación de los cambios de existencias*. Se determina la incertidumbre asociada a la determinación del consumo de fuel oil asociada a la lectura de los niveles de los tanques de almacenamiento y a los suministros de combustible.
- En el Anexo V. *Informe de Notificación de Emisiones. Formato de la Consejería de Medio Ambiente*, se adjunta el modelo de Informe de Notificación de Emisiones para el sector de la fabricación de cemento.
- En el Anexo VI *Informe de Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Formato de la Consejería de Medio Ambiente*, se adjunta el modelo de Informe de Verificación a cumplimentar por las entidades de verificación.
- En el Anexo VII. *Autorización al organismo de verificación para la entrega de los Informes de Notificación y Verificación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y documentos resultantes*



del proceso de verificación, se adjunta el modelo de autorización que se les requiere a las entidades de verificación para que puedan presentar, previa autorización del titular, toda la documentación requerida en el proceso de verificación a través de la aplicación Audemis.

b) Valor calorífico neto

Los diferentes niveles recogidos en el Anexo II de la Decisión 2007/589/CE para la determinación del valor calorífico neto son los siguientes:

Tabla 4. Descripción de los niveles para la determinación del VCN. Actividades generales de combustión

| | Niveles | | | |
|-----|---|--|--|---|
| | Nivel 1 | Nivel 2a | Nivel 2b | Nivel 3 |
| VCN | Los valores de referencia para cada combustible se utilizarán como se especifica en la sección 11 del anexo I de la Decisión 2007/569/CE. | El titular aplicará al combustible considerado los valores caloríficos netos específicos del país indicados por el Estado miembro correspondiente en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. | En el caso de combustibles objeto de intercambios comerciales, se utilizará el valor calorífico neto obtenido de los registros de compra del combustible considerado proporcionado por el proveedor del combustible siempre que se haya obtenido sobre la base de estándares nacionales o internacionales aceptados. | El valor calorífico neto representativo del combustible en una instalación lo medirá el titular, un laboratorio contratado o el proveedor del combustible de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del anexo I de la Decisión 2007/589/CE. |

El titular deberá aplicar el valor calorífico neto determinado según la metodología recogida en la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI), cuyos principales requisitos se encuentran en los apartados 3.6 y 3.8 de acuerdo al nivel aprobado.

NIVEL 1

Los valores caloríficos netos para cada combustible serán los recogidos en la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE (página L 226/33 de la Decisión).

Esta sección contiene los valores caloríficos netos de referencia para el nivel 1, que permite el uso de valores caloríficos netos no específicos de la actividad para la combustión del combustible. Si un combustible no pertenece a una categoría de combustibles existente, el titular utilizará su criterio para asignar el combustible utilizado a una categoría de combustibles afín, con sujeción a la aprobación de la autoridad competente. En la siguiente tabla se muestran dichos valores:

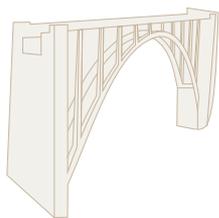


Tabla 5. VCN de algunos combustibles, según la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE

| Descripción del tipo de combustible | VCN (TJ/t) |
|-------------------------------------|------------|
| Coque de petróleo | 0,0325 |
| Fuelóleo residual | 0,0404 |
| Aceites usados | 0,0402 |
| Neumáticos usados | n.a. |
| Gasóleo | 0,0430 |
| Gas natural | 0,0480 |

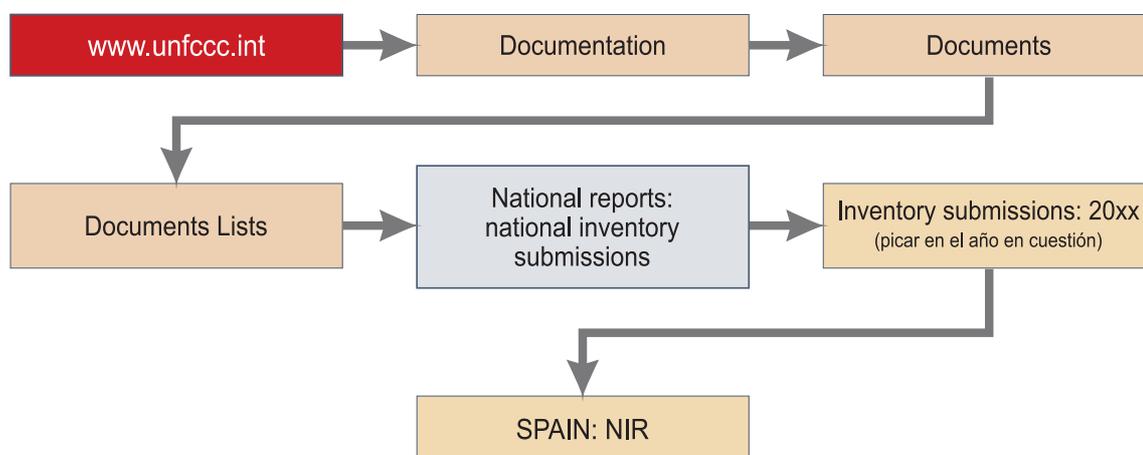
NIVEL 2a

El titular aplicará al combustible considerado los valores caloríficos netos específicos del país indicados por el Estado miembro correspondiente, en este caso España, en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

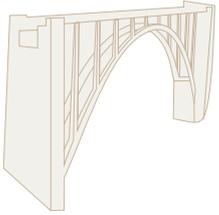
Para disponer de la información relativa al último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el titular podrá consultar en la página web de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático www.unfccc.int¹ dentro de la sección siguiente:

Documentation ⇒ *Documents* ⇒ *Documents Lists* ⇒ National reports: *national inventory submissions* ⇒ Inventory submissions: 20xx (picar el año en cuestión) ⇒ SPAIN: NIR.

Figura 3. Ruta al último inventario nacional presentado a la secretaría de la CMCCNU



¹ Se puede acceder directamente a los datos de Valor Calorífico Neto y Factor de Emisión, mediante el siguiente link: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3734.php.



Asimismo, se podrán solicitar los valores a la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano de la Consejería de Medio Ambiente.

NIVEL 2b

En el caso de combustibles objeto de intercambios comerciales, se utilizará el valor calorífico neto obtenido de los registros de compra del combustible considerado proporcionado por el proveedor del combustible siempre que se haya obtenido sobre la base de estándares nacionales o internacionales aceptados.

Para emplear el VCN de los registros de compra del combustible, independientemente que el combustible empleado sea un combustible objeto de intercambios comerciales, debe estar indicado en la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI).

NIVEL 3

El valor calorífico neto representativo del combustible en una instalación lo determinará el titular de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. Es decir, el titular podrá emplear el valor calorífico neto determinado en su propio laboratorio o en un laboratorio contratado, así como en el laboratorio del suministrador o laboratorio contratado por éste, siempre y cuando se cumplan las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

En el apartado 3.4 *Determinación de datos y factores específicos de la actividad* de la presente guía se establecen los principales requisitos en dichas disposiciones.

3.2.2 Factor de emisión

Los diferentes niveles recogidos en el Anexo II de la Decisión 2007/589/CE para la determinación del factor de emisión son los siguientes:

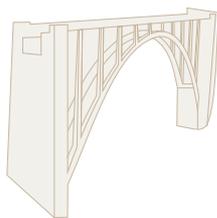


Tabla 6. Descripción de los niveles para la determinación del factor de emisión

| | | | | | Niveles | | | |
|----|---|--|--|--|---|----------|----------|---------|
| | | | | | Nivel 1 | Nivel 2a | Nivel 2b | Nivel 3 |
| FE | Los factores de referencia de cada combustible se utilizarán como se especifica en la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. | | | | El titular aplicará al combustible considerado los factores de emisión específicos del país indicados por el Estado miembro correspondiente en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. | | | |
| | El titular obtendrá factores de emisión del combustible basándose en uno de los siguientes indicadores establecidos: | | | | <ul style="list-style-type: none"> medición de la densidad de aceites o gases específicos comunes, por ejemplo, a la industria del refinero o del acero, y valor calorífico neto para tipos específicos de carbones, en combinación con una correlación empírica determinada al menos una vez al año de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del anexo I de la Decisión 2007/589/CE. El titular se asegurará que la correlación satisface los requisitos de las buenas prácticas de ingeniería y de que se aplica solamente a valores del indicador que caigan dentro de la gama para la que se haya establecido. | | | |
| | Los factores de emisión específicos de la actividad respecto al combustible los determinará el titular, un laboratorio externo o el proveedor del combustible de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

El titular deberá aplicar el factor de emisión determinado según la metodología recogida en la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI), cuyos principales requisitos se encuentran en los apartados 3.6 y 3.8 de acuerdo al nivel aprobado.

Vamos a detallar cada uno de los niveles indicados para entender la metodología de cálculo del factor de emisión que aparecerá en la autorización.

NIVEL 1

Los factores de emisión para cada combustible serán los recogidos en la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE (página L 229/33 de la Decisión), detallados en la Tabla 7 del presente documento.

Esta sección contiene los factores de emisión de referencia para el nivel 1, que permite el uso de factores de emisión no específicos para la combustión del combustible. Si un combustible no pertenece a una categoría de combustibles existente, el titular utilizará su criterio para asignar el combustible utilizado a una categoría de combustibles afín, con sujeción a la aprobación de la autoridad competente. En la siguiente tabla se muestran dichos valores:

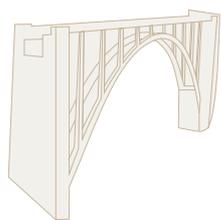


Tabla 7. Factor de emisión de algunos combustibles, según la sección 11 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE

| Descripción del tipo de combustible | Factor de emisión [TCO ₂ /TJ] |
|-------------------------------------|--|
| Coque de petróleo | 97,5 |
| Fuelóleo residual | 77,3 |
| Aceites usados | 73,3 |
| Neumáticos | 85 |
| Gasóleo | 74 |
| Gas natural | 56,1 |

NIVEL 2a

El titular aplicará al combustible considerado los factores de emisión específicos indicados por el Estado miembro, en este caso España, correspondiente en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Tal como en el caso del valor calorífico neto, para disponer de la información relativa al último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el titular podrá consultar en la página web de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático www.unfccc.int.

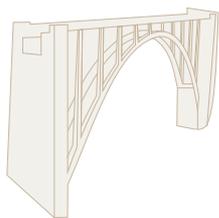
Cabe indicar que la ruta de acceso para obtener los datos actualizados del factor de emisión es la misma que para el valor calorífico neto, detallada en el apartado anterior.

En el caso de factores de emisión que no se encuentren detallados en el Inventario Nacional, como es el caso del serrín impregnado, las emulsiones, los plásticos triturados, la fracción ligera de VFU's o los residuos pastosos, entre otros, se emplearán otras fuentes de obtención de datos, como los valores propuestos por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), previa aceptación por parte de la Consejería de Medio Ambiente.

NIVEL 2b

El titular obtendrá factores de emisión del combustible basándose en uno de los siguientes indicadores establecidos:

- Medición de la densidad de aceites o gases específicos comunes.
- Valor calorífico neto para tipos específicos de carbones,



en combinación con una correlación empírica determinada al menos una vez al año de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. El titular se asegurará que la correlación satisface los requisitos de las buenas prácticas de ingeniería y de que se aplica solamente a valores del indicador que caigan dentro de la gama para la que se haya establecido.

En el apartado 3.4 *Determinación de datos y factores específicos de la actividad* de la presente guía se establecen los principales requisitos indicados en las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

NIVEL 3

El factor de emisión del combustible en una instalación lo medirá el titular, un laboratorio contratado o el proveedor del combustible de acuerdo con las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

Tal como para el nivel 2b, en el apartado 3.4 *Determinación de datos y factores específicos de la actividad* de la presente guía se detallan los requisitos indicados en las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

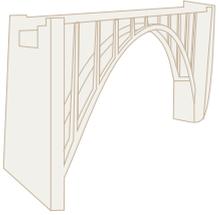
3.2.3 Factor de oxidación

Los diferentes niveles recogidos en el Anexo II de la Decisión 2007/589/CE para la determinación del factor de oxidación son los siguientes:

Tabla 8. Descripción de los niveles para la determinación del factor de oxidación

| Niveles | | | |
|---------|---|--|--|
| | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 |
| FO | Se utilizará un factor de oxidación de 1,0. | El titular aplicará los factores de oxidación del combustible considerado indicados por el Estado miembro correspondiente en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. | En el caso de combustibles, el titular obtendrá los factores específicos de la actividad a partir de los contenidos de carbono de las cenizas, efluentes y otros residuos y subproductos y otras emisiones pertinentes de formas gaseosas de carbono no totalmente oxidadas. Los datos de composición se determinarán de acuerdo con lo dispuesto en la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. |

El titular deberá aplicar el factor de oxidación determinado según la metodología recogida en la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI), concretamente en los apartados 3.6 y 3.8, que establecen los requisitos de acuerdo al nivel aprobado.



Vamos a detallar cada uno de los niveles indicados para entender la metodología de cálculo del factor de oxidación que aparecerá en la autorización.

NIVEL 1

Se utilizará un factor de oxidación de 1,0.

NIVEL 2

El titular aplicará al combustible considerado los factores de oxidación específicos del país indicados por el Estado miembro, en este caso España, correspondiente en el último inventario nacional presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Ver en apartado *3.2.1 Datos de actividad, lo referente al Valor Calorífico Neto, Nivel 2a.*

NIVEL 3

En el caso de combustibles, el titular obtendrá los factores específicos de la actividad a partir de los contenidos de carbono de las cenizas, efluentes y otros residuos y subproductos y otras emisiones pertinentes de formas gaseosas de carbono no totalmente oxidadas. Los datos de composición se determinarán de acuerdo con lo dispuesto en la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

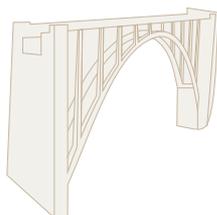
En el apartado 3.4 *Determinación de datos y factores específicos de la actividad* de la presente guía se establecen los principales requisitos establecidos en las disposiciones de la sección 13 del anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

3.2.4 Ejemplos de cálculo de emisiones de combustión en el proceso de fabricación de cemento

Ejemplo 1

Características de la instalación:

- Instalación de categoría C, con emisiones superiores 500.000 t CO₂/año.
- Combustible principal: coque de petróleo.
- Combustibles secundarios: fuelóleo, serrín impregnado y neumáticos.
- Fuente de emisión de combustión de Gases de Efecto Invernadero (GEI): horno.



Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de combustión se aplica la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ combustión totales (t)} = \text{Emisiones de CO}_2 \text{ combustión principales} + \text{Emisiones de CO}_2 \text{ combustión secundarias} + \text{Emisiones de CO}_2 \text{ serrín impregnado} + \text{Emisiones de CO}_2 \text{ neumáticos}$$

En el caso de las fuentes de combustión principales y secundarias, las emisiones se calcularán:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ principales y secundarias (t)} = \text{Flujo de combustible (t)} \times \text{Valor calorífico neto (TJ/t)} \times \text{Factor de emisión (tCO}_2\text{/TJ)} \times \text{Factor de oxidación}$$

En los casos del serrín impregnado y de los neumáticos, para el cálculo de las emisiones de CO₂ se tendrá en consideración las fracciones de biomasa existentes en dichos combustibles de modo que se aplicarán las siguientes expresiones:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ del serrín impregnado [t CO}_2\text{]} = (\text{Serrín impregnado consumido (t)} \times \text{Valor calorífico neto (TJ/t)} \times \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/TJ)} \times \text{Factor de oxidación}) - (\text{Serrín limpio consumido (t)} \times \text{Valor calorífico neto (TJ/t)} \times \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/TJ)} \times \text{Factor de oxidación})$$

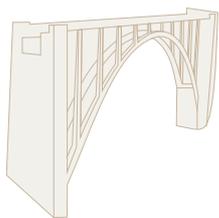
$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ de los neumáticos [t CO}_2\text{]} = (\text{Neumáticos consumidos (t)} \times (1 - \text{fracción biomasa}) \times \text{Valor calorífico neto (TJ/t)} \times \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/TJ)} \times \text{Factor de oxidación})$$

Así, los niveles a aplicar por la instalación son, según la Tabla 1 del presente documento:

Tabla 9. Niveles a aplicar en la instalación

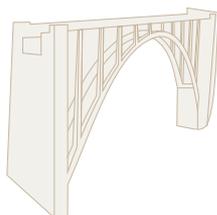
| Categoría | Combustible/ Material | Fuente asociada | Niveles | | | |
|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Flujo de combustible | Valor calorífico neto | Factor de emisión | Factor de Oxidación |
| Principal | Coque de petróleo | Horno | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Secundaria | Fuelóleo | Horno | 3 ² | 2b | 2a | 2 ³ |
| Secundaria | Serrín impregnado | Horno | 3 | 3 | 2a | 1 |
| Secundaria | Neumáticos | Horno | 3 | 2a | 2a | 2 ⁴ |

2. Al tratarse de un combustible líquido en una instalación de categoría C le correspondería nivel 4, pero por ser un combustible secundario se asume un nivel inferior.
3. A una fuente secundaria, le correspondería como mínimo para el FO el nivel 1. En este caso se asume un Nivel 2 por coherencia con la fuente de que procede el FE elegido, el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.
4. Ver nota anterior.

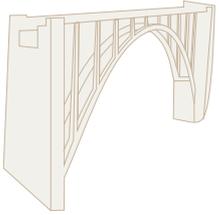


Los valores concretos de los parámetros se obtendrán según se indica a continuación:

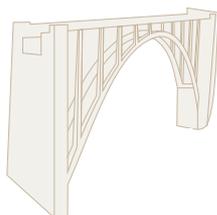
| Consumo de combustible | |
|------------------------|---|
| Coque de petróleo (t) | <p>Balance de masas:</p> <p>Combustible consumido= Combustible seco comprado + Combustible seco en stock a principio del período - Combustible seco en stock a final del período</p> <p>Combustible seco comprado: se determina por pesada en báscula de los camiones de entrada de la fábrica. Se emplearán las facturas a modo de contraste.</p> <p>El contenido de humedad se determinará analíticamente a partir de una muestra representativa tomada a la descarga del camión de suministro.</p> <p>Combustible seco en stock: medición del volumen de coque en stock mediante cubicaje, indicándose el valor de densidad empleado en el cálculo. Se determina el contenido en humedad de los stocks al inicio y al final del período de notificación.</p> |
| Fuelóleo (t) | <p>Balance de masas:</p> <p>Combustible consumido= Combustible comprado + Combustible en stock a principio del período - Combustible en stock a final del período</p> <p>Combustible comprado: se determina en base a facturas y albaranes del suministrador.</p> <p>Combustible en stock: se determinará mediante medición del nivel del depósito, indicándose el valor de densidad empleado en el cálculo.</p> |
| Serrín impregnado (t) | <p><u>Determinación de la cantidad de serrín impregnado</u></p> <p>Combustible consumido = Combustible comprado + Combustible en stock a principio del período – Combustible en stock a final del período – Combustible destinado a otros fines</p> <p>Combustible comprado: se determinará mediante pesaje en la báscula de entrada.</p> <p>Combustible en stock: se determinará mediante cubicaje realizado por una empresa externa especializada. Se deberá indicar el valor de la densidad del serrín impregnado considerada en los cálculos.</p> <p>Combustible destinado a otros fines: se determinará mediante pesaje en la báscula de entrada. Se aportarán además facturas y albaranes como documentación de contraste.</p> <p><u>Determinación de la cantidad de serrín limpio</u></p> <p>El porcentaje de serrín limpio presente en cada partida de serrín impregnado será determinado por el suministrador a partir de los partes de producción, y comunicado oficialmente a la instalación mediante un escrito firmado por el responsable de planta del suministrador.</p> |



| Consumo de combustible | |
|--------------------------|---|
| Neumáticos (t) | <p><u>Neumáticos consumidos</u></p> <p>Combustible consumido = Combustible comprado + Combustible en stock a principio del período – Combustible en stock a final del período – Combustible destinado a otros fines</p> <p>Combustible comprado: se determinará mediante pesaje en la báscula de entrada.</p> <p>Combustible en stock: se determinará en base húmeda por parte de una empresa externa especializada, indicando el valor de la densidad de los neumáticos considerada en los cálculos.</p> <p>Combustible destinado a otros fines: Se determinará mediante pesaje en la báscula de entrada. Se aportarán además facturas y albaranes como documentación de contraste.</p> <p><u>Fracción de biomasa</u></p> <p>El valor de la fracción de biomasa se determinará y se revisará cada dos años. Para esta determinación y las posteriores revisiones, el titular utilizará los datos actualizados de composición del parque móvil de la DGT, los ratios de generación de NFU's del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía, y los resultados analíticos del contenido de caucho natural de los neumáticos según el Plan de muestreo y análisis aprobado por la Consejería de Medio Ambiente.</p> |
| Valor calorífico neto | |
| Coque de petróleo (TJ/t) | <p>Se determinará analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada de los VCN de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $VCN_p = \frac{\sum (Q_i \cdot VCN_i)}{\sum (Q_i)}$ <p>Donde:</p> <p>Q_i: cantidad de combustible, pesada en la báscula de entrada, para cada partida.</p> <p>VCN_i: valor calorífico neto de cada partida de combustible.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |

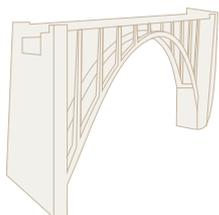


| Valor calorífico neto | |
|--------------------------|--|
| Fuelóleo (TJ/t) | <p>Se utilizará el VCN recogido en los registros de compra proporcionados por el suministrador.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $VCN_{F_p} = \frac{\sum (Q_F \cdot VCN_F)}{\sum (Q_F)}$ <p>Donde:</p> <p style="padding-left: 40px;">Q_F: cantidad de fuelóleo, pesada en la báscula de entrada, para cada cisterna.</p> <p style="padding-left: 40px;">VCN_F: valor calorífico neto del fuelóleo proporcionado por el suministrador, para cada cisterna.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |
| Serrín impregnado (TJ/t) | <p><u>Serrín impregnado</u></p> <p>Se determinarán analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada de los VCN de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $VCN_p = \frac{\sum (Q_i \cdot VCN_i)}{\sum (Q_i)}$ <p>Donde:</p> <p style="padding-left: 40px;">Q_i: cantidad de combustible, pesada en la báscula de entrada, para cada partida.</p> <p style="padding-left: 40px;">VCN_i: valor calorífico neto de cada partida de combustible.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> <p><u>Serrín limpio</u></p> <p>Se determinarán analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se corresponderá con la media ponderada de los VCN de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la misma expresión descrita para el serrín impregnado.</p> |
| Neumáticos (TJ/t) | <p>Se aplicará para cada año el VCN recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la Secretaría de la CMNUCC.</p> |



| Factores de emisión | |
|--|---|
| Coque de petróleo (tCO ₂ /TJ) | <p>Se determinarán analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada del FE de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $FE_p = \frac{\sum (Q_i \cdot VCN_i \cdot FE_i)}{\sum (Q_i \cdot VCN_i)}$ <p>Donde:</p> <p>Q_i: cantidad de combustible, pesada en la báscula de entrada, para cada partida.</p> <p>VCN_i: valor calorífico neto de cada partida de combustible.</p> <p>FE_i: factor de emisión de cada partida de combustible.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |
| Fuelóleo (tCO ₂ /TJ) | Se aplica el FE recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la secretaría de la CMNUCC. |
| Serrín impregnado (tCO ₂ /TJ) | <p><u>Serrín impregnado</u></p> <p>Se empleará el valor propuesto por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): 75 t CO₂/TJ⁵.</p> <p><u>Serrín limpio</u></p> <p>Se empleará el valor propuesto por el CORINAIR: 96 t CO₂/TJ.</p> |
| Neumáticos (tCO ₂ /TJ) | Se aplica el FE recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la secretaría de la CMNUCC. |
| Factor de oxidación | |
| Coque de petróleo | 1 |
| Fuelóleo | Se aplicará para cada año el FO recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la Secretaría la CMNUCC. Dicho valor está implícito en el FE correspondiente al combustible. |
| Serrín impregnado | 1 |
| Neumáticos | Se aplicará para cada año el FO recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la Secretaría la CMNUCC. Dicho valor está implícito en el FE correspondiente al combustible. |

5 Se emplearán los valores correspondientes a la última actualización publicada por el WBCSD en la página web: <http://www.wbcsd.org>.



Ejemplo 2

Características de la instalación:

- Instalación con emisiones entre a 50.000 y 500.000 t CO₂/año.
- Combustible principal: coque de petróleo.
- Combustible secundario: fuelóleo.
- Fuentes de emisión de combustión de Gases de Efecto Invernadero (GEI): horno.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de combustión se aplica la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones de CO}_2 [\text{t CO}_2] = \text{Flujo de combustible [t]} * \text{Valor Calorífico Neto [TJ/t]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/TJ]} * \text{Factor de oxidación}$$

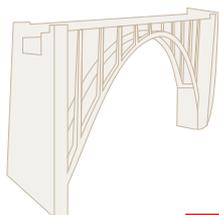
Según la Tabla 1 del presente documento, los niveles a aplicar para cada uno de los combustibles, para una instalación de categoría B (emisiones superiores a 50.000 t CO₂ e inferiores a 50.000 t CO₂) son:

Tabla 10. Niveles a aplicar en la instalación

| Categoría | Combustible/ Material | Anexo/Actividad | Fuente asociada | Niveles | | | |
|------------|--------------------------|---|--------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Combustión | | Flujo de combustible | Valor calorífico neto | Factor de emisión | Factor de Oxidación |
| Principal | Coque de petróleo | Combustibles sólidos | Horno | 2 | 3 | 3 | 1 |
| Secundaria | Fuelóleo | Combustibles comerciales estándar | Horno | 3 | 2b | 2a | 2 ⁶ |

Los valores concretos de los parámetros se obtendrán según se indica a continuación:

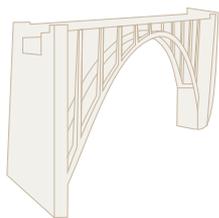
⁶ A una fuente secundaria, le correspondería como mínimo para el FO el nivel 1. En este caso se asume un Nivel 2 por coherencia con la fuente de que procede el FE elegido, el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.



| Consumo de combustible | |
|--------------------------|---|
| Coque de petróleo (t) | <p>Balance de masas:</p> <p>Combustible consumido= Combustible seco comprado + Combustible seco en stock a principio del período - Combustible seco en stock a final del período</p> <p>Combustible seco comprado: se determina por pesada en báscula de los camiones de entrada de la fábrica. Se emplearán las facturas a modo de contraste.</p> <p>El contenido de humedad se determinará analíticamente a partir de una muestra representativa tomada a la descarga del camión de suministro.</p> <p>Combustible seco en stock: medición del volumen de coque en stock mediante cubicaje, indicándose el valor de densidad empleado en el cálculo. Se determina el contenido en humedad de los stocks al inicio y al final del período de notificación.</p> |
| Fuelóleo (t) | <p>Balance de masas:</p> <p>Combustible consumido= Combustible comprado + Combustible en stock a principio del período - Combustible en stock a final del período</p> <p>Combustible comprado: se determina en base a facturas y albaranes del suministrador.</p> <p>Combustible en stock: para cada combustible se determinará mediante medición del nivel del depósito, indicándose el valor de densidad de cada combustible empleado en el cálculo.</p> |
| Valor Calorífico Neto | |
| Coque de petróleo (TJ/t) | <p>Se determinará analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada de los VCN de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $VCN_p = \frac{\sum (Q_i \cdot VCN_i)}{\sum (Q_i)}$ <p>Donde:</p> <p>Q_i: cantidad de combustible, pesada en la báscula de entrada, para cada partida.</p> <p>VCN_i: valor calorífico neto de cada partida de combustible.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |



| Valor Calorífico Neto | |
|--|---|
| Fuelóleo (TJ/t) | <p>Se utilizará el VCN recogido en los registros de compra proporcionados por el suministrador.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $VCN_{Fp} = \frac{\sum (Q_F \cdot VCN_F)}{\sum (Q_F)}$ <p>Donde:</p> <p>Q_F: cantidad de fuelóleo, pesada en la báscula de entrada, para cada cisterna.</p> <p>VCN_F: valor calorífico neto del fuelóleo proporcionado por el suministrador, para cada cisterna.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |
| Factor de emisión | |
| Coque de petróleo (tCO ₂ /TJ) | <p>Se determinará analíticamente para cada partida de combustible.</p> <p>El valor a notificar en el Informe Anual se calculará como la media ponderada del FE de cada una de las partidas consumidas, obtenida de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $FE_p = \frac{\sum (Q_i \cdot VCN_i \cdot FE_i)}{\sum (Q_i \cdot VCN_i)}$ <p>Donde:</p> <p>Q_i: cantidad de combustible, pesada en la báscula de entrada, para cada partida.</p> <p>VCN_i: valor calorífico neto de cada partida de combustible.</p> <p>FE_i: factor de emisión de cada partida de combustible.</p> <p>El valor de los sumatorios será extensivo a cada una de las partidas que entren en la instalación.</p> |
| Fuelóleo (tCO ₂ /TJ) | Se aplica el FE recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la secretaría de la CMNUCC. |
| Factor de oxidación | |
| Coque de petróleo | 1 |
| Fuelóleo | Se aplica el FO recogido en el Inventario Nacional más reciente presentado a la secretaría de la CMNUCC. Dicho valor está implícito en el FE correspondiente al combustible. |



3.3 Emisiones de proceso

En la fabricación de cemento, las emisiones de CO₂ de proceso se deben a la calcinación de los carbonatos presentes en las materias primas utilizadas para la fabricación de clinker, a la calcinación parcial o total del polvo del horno de cemento o el polvo desviado eliminado del proceso y, en algunos casos, del contenido en carbono no carbonatado de las materias primas.

Las emisiones se calculan basándose en el contenido de carbonato de los materiales de entrada del proceso (método de cálculo A) o en la cantidad de clinker producido (método de cálculo B).

La fórmula genérica para el cálculo de las emisiones de proceso aplicable a cualquier variante es la siguiente:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ [t CO}_2\text{]} = \text{Datos de la actividad [t]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/t]} * \text{Factor de conversión}$$

3.3.1 Método de cálculo A “basado en los materiales de entrada del horno”

El cálculo se basará en el contenido de carbonatos de los materiales de entrada del proceso (incluidas las cenizas volantes o la escoria de alto horno), deduciéndose del consumo de materia prima el polvo del horno de cemento (CKD) y el polvo desviado y, calculándose las emisiones relacionadas con el polvo desechado en caso que el polvo del horno de cemento y el polvo desviado salgan del sistema del horno.

El crudo alimentado al horno puede determinarse:

Mediante pesada directa a la entrada del horno

Normalmente, el cálculo del crudo alimentado al horno se realiza a partir de la determinación del crudo a la entrada del intercambiador. Sin embargo, debido al arrastre de partículas producido por parte de los gases que circulan a contracorriente por el intercambiador, la cantidad de crudo a la entrada del horno no es la misma que a la entrada del intercambiador. Por tanto, para corregir dicha diferencia se aplica un factor de corrección, denominado factor de eficiencia del intercambiador. A continuación se muestra la fórmula a emplear:

$$\text{Consumo de crudo (t)} = \text{Crudo a la entrada del intercambiador (t)} * \text{factor de eficacia del intercambiador}$$

El factor de eficacia del intercambiador considera tanto el crudo a la entrada del intercambiador como el polvo desechado del horno de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E = (Q_i - Q_s) / Q_i$$



Donde:

- E: Factor de eficacia del intercambiador de ciclones
- Q_i: Crudo a la entrada del intercambiador de ciclones
- Q_s: Polvos desechados del horno

Mediante balance de masa

En el caso de que la cantidad de crudo alimentado al horno se determine mediante balance de masas se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Crudo alimentado al horno} = \text{Materias primas compradas} + \text{Stock de materias primas al inicio del período} - \text{Stock de materias primas al final de período} + \text{Stock de crudo al inicio del período} - \text{Stock de crudo al final del período}$$

La determinación de las materias primas compradas se realizará en base seca en la báscula de entrada de la instalación, mediante pesaje. El contenido de humedad se calculará analíticamente a partir de una muestra representativa tomada a la descarga del camión de suministro.

En cuanto a la cuantificación de stock de materias primas se obtendrá en base seca a partir de las mediciones externas mediante topografía clásica y basada en GPS, y el análisis de humedad de una muestra representativa. Paralelamente, el cálculo del stock de crudo se determinará mediante medición de la variación del nivel de los silos de almacenamiento.

a) Dato de actividad

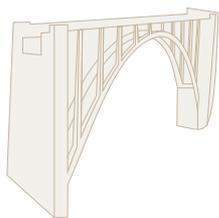
Es importante remarcar que para el cálculo del dato de actividad, siempre que sea posible, los requisitos se aplicarán por separado a cada uno de los materiales de entrada en el horno que contengan carbono (distintos de los combustibles), por ejemplo piedra caliza o pizarra, para evitar el doble cómputo y tener en cuenta los materiales devueltos o desviados.

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el dato de actividad. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente. Dichos niveles serán de aplicación para cualquiera de los dos métodos.

NIVEL 1

El titular o proveedor determinará la cantidad neta de los materiales de entrada en el horno correspondiente [t] consumida durante el período de notificación con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 7,5\%$.



NIVEL 2

La cantidad neta de los materiales de entrada en el horno correspondiente [t] consumida durante el período de notificación se determinará con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 5\%$.

NIVEL 3

La cantidad neta de los materiales de entrada en el horno correspondiente [t] consumida durante el período de notificación se determinará con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 2,5\%$.

b) Factor de emisión

Los factores de emisión se calcularán y notificarán en unidades de masa de CO_2 liberado por tonelada de cada material de entrada en el horno correspondiente. Se determinarán mediante el análisis del porcentaje de los diferentes carbonatos presentes en las materias primas y utilizando las relaciones estequiométricas, indicadas en la Tabla 11, que servirán para convertir los datos de composición en factores de emisión.

El análisis del contenido de carbonatos en los materiales de entrada al horno, en el caso de minerales carbonatados debe realizarse un mínimo de 4 veces al año, tal como se indica en la Tabla 20, del apartado 3.4.3 del presente documento.

Si, tal como se ha indicado anteriormente, la instalación utiliza como aditivo materias consideradas como biomasa y éstas no se encuentran detalladas en el listado de biomásas presentes en el capítulo 12 de la Decisión 2007/589/CE, para poder llevar a cabo el descuento de las emisiones correspondientes a la biomasa, la instalación llevará a cabo durante el primer año de consumo una caracterización de dicha materia, que incluirá como mínimo la siguiente información: procedencia de la materia, descripción del proceso industrial donde se genera y de las materias primas consumidas durante el mismo en los casos que sea pertinente, concentración de carbonatos expresados como carbonato cálcico y contenido de carbono total.

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de emisión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

La cantidad de carbonatos correspondiente, CaCO_3 y MgCO_3 , incluidos en cada material de entrada en el horno se realizará de acuerdo con la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

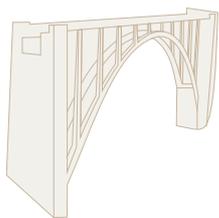


Tabla 11. Relaciones estequiométricas

| Sustancia | Relaciones estequiométricas |
|-------------------|---|
| CaCO ₃ | 0,440 [t CO ₂ /CaCO ₃] |
| MgCO ₃ | 0,522 [t CO ₂ /MgCO ₃] |
| FeCO ₃ | 0,380 [t CO ₂ /FeCO ₃] |
| C | 3,664 [t CO ₂ /C] |

Cabe indicar que no existen métodos normalizados para la determinación directa de carbonato cálcico ni magnésico en el crudo. Las alternativas son:

- Se pueden determinar Ca y Mg por fluorescencia de RX y asumir que todos ellos están en forma de carbonatos.
- Se puede determinar CO₂ mediante calcimetría, por análisis gravimétrico a través de la adsorción de CO₂ en un adsorbente adecuado según Norma UNE EN 196-21, u otras técnicas instrumentales (descarbonatación y detección IR, termogravimetría) y obtener un factor de emisión en t CO₂/t crudo.

c) Factor de conversión

Niveles de planteamiento:

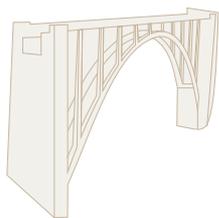
En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de conversión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

Según una estimación prudente, la cantidad de carbonatos que salen del horno se considera nula, es decir, se supone una calcinación completa y un factor de conversión 1.

NIVEL 2

Los carbonatos y otros carbonos que salen del horno en el clinker se tienen en cuenta mediante un factor de conversión con un valor comprendido entre 0 y 1. El titular podrá presuponer la conversión total de uno o varios de los materiales de entrada en el horno y atribuir carbonatos no convertidos y otros carbonos a los materiales de entrada restantes. La determinación complementaria de los parámetros químicos pertinentes de los productos se realizará de acuerdo con la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.



3.3.2 Método de cálculo B “basado en la producción de clinker”

Este método se basa en la cantidad de clinker producido. Deben tenerse en cuenta el CO₂ liberado de la calcinación del polvo del horno de cemento y del polvo desviado, en caso de instalaciones en las que ese polvo salga del sistema el horno, y las emisiones potenciales de carbono no carbonatado en la mezcla bruta. Las emisiones de la producción de clinker, del polvo del horno de cemento, del polvo desviado y del carbono no carbonatado en los materiales de entrada se calcularán por separado y se añadirán a la emisión total:

$$\text{Emisiones de CO}_{2\text{Total proceso}} [\text{t}] = \text{emisiones de CO}_{2\text{clinker}} [\text{t}] + \text{emisiones de CO}_{2\text{polvo}} [\text{t}] + \text{emisiones de CO}_{2\text{carbono no carbonatado}}$$

Emisiones relacionadas con la producción de clinker

a) Datos de la actividad

La producción de clinker [t] durante el período de notificación puede determinarse:

- Pesando directamente el clinker a la salida del enfriador y previo al almacenamiento.
- Mediante la pesada del clinker en las básculas de alimentación a los molinos de cemento, aplicando la siguiente expresión:

$$\text{clinker producido} = \text{clinker molido} - \text{entradas} + \text{salidas} + \text{variación stock}$$

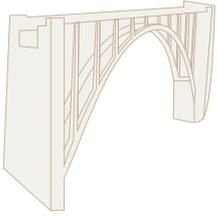
Donde:

Clinker molido: Cantidad de clinker que se ha alimentado al molino de cemento en el período de notificación. Se determinará mediante pesaje en báscula previo a la alimentación al molino.

Entradas (-) y salidas (+) de clinker: Se determinarán mediante pesaje en las básculas de entrada y salida de la fábrica en el período de notificación, utilizando las facturas y los albaranes de compra/venta de contraste.

Variación stock: Existencias de clinker al final del período de notificación menos las existente al inicio del mismo. La determinación de la variación de stocks se realizará empleando métodos topográficos o mediante la lectura del nivel de los silos de almacenamiento.

- Con arreglo a las entregas de cemento utilizando la fórmula siguiente (balance de materiales teniendo en cuenta el clinker expedido, los suministros de clinker y la variación de las existencias de clinker):



$$\text{clinker producido [t]} = ((\text{entregas de cemento [t]} - \text{variación de las existencias de cemento [t]}) * \text{relación clinker/cemento [t clinker/t cemento]}) - (\text{clinker suministrado [t]}) + (\text{clinker expedido [t]} - \text{variación de las existencias de clinker [t]})$$

Donde:

Entregas de cemento: se determinará mediante la pesada en las básculas de salida de cemento a granel más cemento ensacado.

Clínker suministrado: se determinará en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada de la instalación. Se aportarán además las facturas de compra a modo de contraste.

Clínker expedido: se determinará mediante pesaje en la báscula de expedición. Se aportarán además las facturas de venta a modo de contraste.

Relación clinker/cemento: se calculará para cada tipo de cemento fabricado a partir de datos de fábrica (proceso, control de calidad), justificando documentalmente el cálculo del ratio.

Variación de las existencias de cemento y clinker: se determinarán las cantidades en stock a comienzo y a finales del período de notificación mediante métodos topográficos. Deberá tenerse en cuenta los valores de densidad empleados en los cálculos así como el contenido de humedad en los stocks.

El contenido de humedad de cada uno de los parámetros utilizados para el cálculo del clinker producido se realizará mediante determinación analítica.

d) Mediante el cálculo de la expedición de cemento global:

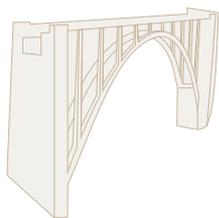
$$\text{clinker producido} = \text{cemento seco vendido} - \text{variación del stock de cemento} - \text{adiciones secas compradas} - \text{variación del stock} + \text{clinker expedido} - \text{clinker comprado} - \text{variación de stock de clinker}$$

Donde:

Cemento seco vendido: se determinará en base seca mediante pesaje en la báscula de expedición de la instalación. Se aportarán además las facturas de venta a modo de contraste.

Adiciones secas compradas: se determinarán en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada de la instalación. Se aportarán además las facturas de compra a modo de contraste.

Clínker expedido: se determinará mediante pesaje en la báscula de expedición. Se aportarán además las facturas de venta a modo de contraste.



Clínker comprado: se determinará en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada de la instalación. Se aportarán además las facturas de compra a modo de contraste.

Variación del stock de cemento, clínker y adiciones: se determinarán las cantidades en stock a comienzo y a finales del período de notificación mediante métodos topográficos. Deberá tenerse en cuenta los valores de densidad empleados en los cálculos así como el contenido de humedad en los stocks.

El contenido de humedad de cada uno de los parámetros utilizados para el cálculo del clínker producido se realizará mediante determinación analítica.

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el dato de actividad. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

La cantidad de clínker producido [t] durante el período de notificación se obtendrá con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 5,0$ %.

NIVEL 2

La cantidad de clínker producido [t] durante el período de notificación se obtendrá con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 2,5$ %.

b) Factor de emisión

Niveles de planteamiento:

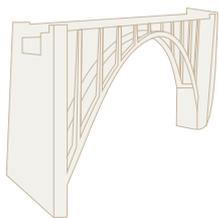
En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de emisión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

Factor de emisión: $0,525 \text{ t CO}_2/\text{t clínker}$

NIVEL 2

El titular aplicará el factor de emisión específico del país comunicado por el Estado miembro respectivo



en su inventario nacional más reciente presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

NIVEL 3

Es posible determinar el factor de emisión de emisión mediante dos vías:

- a) Mediante de la determinación de CaO y MgO en el clinker.

Cabe indicar que la determinación de la cantidad de CaO y MgO en el producto se realizará con arreglo a la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

Las relaciones estequiométricas indicadas en la Tabla 12 se utilizarán para convertir los datos de composición en factores de emisión suponiendo que todos los CaO y MgO se han obtenido a partir de los carbonatos correspondientes.

Tabla 12. Relaciones estequiométricas

| Sustancia | Relaciones estequiométricas [t CO ₂]/[t óxido alcalinotérreo] |
|-----------|---|
| CaO | 0,785 |
| MgO | 1,092 |

- b) Utilizando el factor de emisión del crudo:

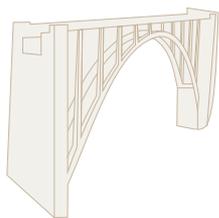
También es posible obtener el factor de emisión del clinker a través del factor de emisión del crudo, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/t clinker}_{\text{producido horno}}] = \text{PF [t crudo entrada horno/t clinker}_{\text{producido horno}}] * \text{Factor emisión crudo [t CO}_2\text{/t crudo entrada horno]}$$

Donde:

PF: (Factor de pérdida al fuego) [t crudo entrada horno/t clinker_{producido horno}]: es la relación entre la masa de crudo y de clinker cuando se produce una calcinación forzada del crudo en clinker, bajo atmósfera oxidante en laboratorio. Este factor de pérdida de fuego se determinará analíticamente sobre el crudo alimentado al horno.

Factor emisión crudo [t crudo entrada horno/t clinker_{producido horno}]: masa de CO₂ emitido por unidad de masa de crudo que entra en el horno.



Los análisis para la determinación del factor de pérdida al fuego y el factor emisión crudo se realizarán con arreglo a la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

c) Factor de conversión

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de conversión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

Según una estimación prudente, la cantidad de CaO y MgO (no carbonatados) en las materias primas es nula, es decir, se supondrá que todos los óxidos de Ca y Mg presentes en el producto proceden de materias primas carbonatadas, lo cual se refleja en unos factores de conversión de valor 1.

NIVEL 2

La cantidad de CaO y MgO (no carbonatados) presentes en las materias primas se refleja por medio de factores de conversión con un valor comprendido entre 0 y 1, donde el valor 1 corresponde a una conversión total de los carbonatos de las materias primas en óxidos. La determinación complementaria de los parámetros químicos correspondiente a las materias primas se realizará de acuerdo con la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE. Para ello pueden utilizarse medios termogravimétricos.

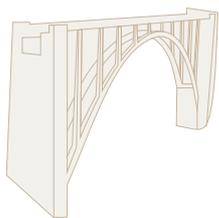
Emisiones relacionadas con el polvo desechado

El dióxido de carbono del polvo desviado o del polvo del horno de cemento (CKD) que sale del sistema del horno se calculará con arreglo a las cantidades de polvo que salen del sistema del horno y al factor de emisión calculado como en el caso del clinker (pero con contenidos potencialmente diferentes de CaO y MgO), corregido para tener en cuenta la calcinación parcial de CKD. Las emisiones se calculan con la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones de CO}_{2\text{polvo}} = \text{datos de la actividad} * \text{factor de emisión}$$

a) Datos de actividad

La cantidad de polvo desechado podrá determinarse mediante pesaje en báscula.



Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el dato de actividad. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

La cantidad [t] de CKD o de polvo desviado (si procede) que sale del sistema del horno durante el período de notificación se estimará según las directrices sobre mejores prácticas de la industria.

NIVEL 2

La cantidad [t] de CKD o de polvo desviado (si procede) que sale del sistema del horno durante el período de notificación se obtendrá con una incertidumbre máxima inferior a ± 7,5%.

b) Factor de emisión

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de emisión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

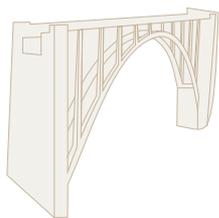
El valor de referencia de 0,525 toneladas de CO₂ por tonelada de clinker se utilizará, asimismo, para el CKD o el polvo desviado que sale del sistema del horno.

NIVEL 2

El factor de emisión [t CO₂/t] para el CKD o el polvo desviado que sale del sistema del horno se calculará con arreglo al grado de calcinación y composición. El grado de calcinación y composición se determinará al menos una vez al año con arreglo a las disposiciones de la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

La relación entre el grado de calcinación del CKD y las emisiones de CO₂ por tonelada de CKD no es lineal. Puede conseguirse una aproximación con la fórmula siguiente:

$$FE_{CKD} = \frac{\frac{FE_{Clinker}}{1 + FE_{Clinker}} \times d}{1 - \frac{FE_{Clinker}}{1 + FE_{Clinker}} \times d}$$



Siendo:

FE_{CKD} : factor de emisión del polvo del horno de cemento parcialmente calcinado [$t\ CO_2 / t\ CKD$]

$FE_{Clinker}$: factor de emisión del clinker específico de la instalación [$tCO_2/t\ clinker$].

d : grado de calcinación del CKD (CO_2 liberado como % del CO_2 de carbonato total de la mezcla bruta expresado en tanto por uno).

$$d = (PF_{crudo} - PF_{CKD}) / PF_{crudo}$$

Donde

PF_{crudo} : es el Factor de pérdida al fuego del crudo, que es la relación entre la masa de crudo y de clinker cuando se produce una calcinación forzada del crudo en clinker, bajo atmósfera oxidante en laboratorio.

PF_{CKD} : es el Factor de pérdida al fuego del polvo desviado o CKD, que es la relación entre la masa de polvo desviado o CKD y de clinker cuando se produce una calcinación forzada del polvo desviado o CKD en clinker, bajo atmósfera oxidante en laboratorio.

Las variables que intervienen en la determinación del grado de calcinación se determinarán analíticamente.

Emisiones de carbono no carbonatado de la mezcla bruta

a) Datos de la actividad

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el dato de actividad. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

La cantidad de materia prima pertinente [t] consumida durante el período de notificación se obtendrá con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 15\%$.



NIVEL 2

La cantidad de materia prima pertinente [t] consumida durante el período de notificación se obtendrá con una incertidumbre máxima inferior a $\pm 7,5\%$.

b) Factor de emisión

Niveles de planteamiento:

En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de emisión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

El contenido de carbono no carbonatado en la materia prima pertinente se calculará mediante las directrices sobre mejores prácticas de la industria.

NIVEL 2

El contenido de carbono no carbonatado en la materia prima pertinente se calculará al menos una vez al año con arreglo a las disposiciones de la sección 13 del Anexo I.

c) Factor de conversión

Niveles de planteamiento:

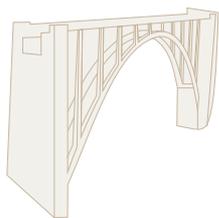
En el Anexo VII de la Decisión 2007/589/CE se recogen los distintos niveles de planteamiento a aplicar para determinar el factor de conversión. La elección de dichos niveles estará sujeta a la aprobación de la autoridad competente.

NIVEL 1

Factor de conversión: 1,0.

NIVEL 2

El factor de conversión se calculará aplicando las directrices sobre mejores prácticas de la industria.



3.3.3 Ejemplo para la determinación de las emisiones de proceso

En el presente apartado se detallará, mediante dos ejemplos, la metodología de seguimiento de las emisiones de proceso para la fabricación de cemento.

Ejemplo 1

Características de la instalación:

- Flujos fuente materiales: crudo
- Cálculo de las emisiones de proceso mediante el método de cálculo A “basado en los materiales de entrada del horno”.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de proceso se aplica la siguiente expresión:

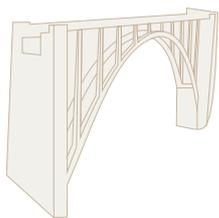
$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ [t CO}_2\text{]} = \text{Datos de actividad [t]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/t]} * \text{Factor de conversión}$$

Según la Tabla 2 del presente documento, los niveles a aplicar para cada uno de los combustibles, para una instalación de categoría C (emisiones superiores a 500.000 t CO₂) son:

Tabla 13. Niveles a aplicar en la instalación

| Categoría | Combustible/ Material | Anexo/Actividad | Fuente asociada | Niveles | | |
|-----------|--------------------------|--|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| | | Cemento | | Datos de actividad | Factor de emisión | Factor de Conversión |
| Principal | Crudo | Basado en los materiales de entrada al horno | Horno | 3 | 1 | 1 ⁷ |

⁷ Para una instalación de categoría C, según la tabla 2 del presente documento, le correspondería un nivel 2, pero debido a las altas temperaturas alcanzadas por el horno se considera que la calcinación es completa.



Los valores concretos de los parámetros se obtendrán según se indica a continuación:

| Crudo | |
|---|---|
| Dato de actividad (t) | <p>Consumo de crudo = Materias primas compradas + Stock de materias primas al inicio del período – Stock de materias primas al final del período + Stock de crudo al inicio del período – Stock de crudo al final del período</p> <p>Materias primas compradas: se determinarán en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada a la instalación.</p> <p>El contenido de humedad se ha de determinar analíticamente a partir de una muestra representativa tomada a la descarga del camión de suministro.</p> <p>Stock de materias primas: se obtendrá en base seca a partir de las mediciones realizadas mediante topografía clásica y basada en GPS, y el análisis de humedad de una muestra representativa.</p> <p>Stock de crudo: se determinará mediante medición de la variación del nivel de los silos del almacenamiento.</p> |
| Factor de Emisión (t CO ₂ /t crudo) | <p>Se determinarán mediante el análisis de los carbonatos presentes en el crudo, aplicando las relaciones estequiométricas de la Tabla 11 del presente documento.</p> <p>Factor de emisión = 0,440 (t CO₂/t CaCO₃) * CaCO_{3Crudo} (t CaCO₃/t crudo) + 0,522 (t CO₂/t MgCO₃) * MgCO_{3Crudo} (t MgCO₃/t crudo)</p> <p>Las cantidades de CaCO₃ y MgCO₃ en el crudo se obtendrán analíticamente a partir de muestras representativas.</p> |
| Factor de conversión | 1 |

Ejemplo 2

Características de la instalación:

- Fuentes fuente materiales: clinker producido en el horno y polvos desechados en el horno
- Cálculo de las emisiones de proceso mediante el método de cálculo B “basado en la producción de clinker”.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de proceso se aplica la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ [t CO}_2\text{]} = \text{Datos de actividad [t]} * \text{Factor de emisión [t CO}_2\text{/t]} * \text{Factor de conversión}$$

Según la Tabla 2 del presente documento, los niveles a aplicar para cada uno de los combustibles, teniendo en cuenta que se trata de una instalación de categoría C (emisiones superiores a 500.000 t CO₂) son:

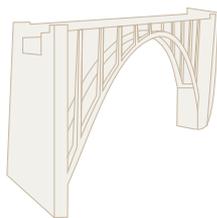


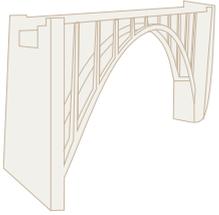
Tabla 14. Niveles a aplicar en la instalación

| Categoría | Combustible/ Material | Anexo/Actividad | Fuente asociada | Niveles | | |
|-----------|--------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| | | Cemento | | Datos de actividad | Factor de emisión | Factor de Conversión |
| Principal | Clinker | Basado en la producción de clinker | Horno | 2 | 3 ⁸ | 1 |
| Principal | Polvos desechados | Polvo del horno de cemento | Horno | 2 | 2 | n.a. |

Los valores concretos de los parámetros se obtendrán según se indica a continuación:

| Dato de actividad | |
|---------------------------------|---|
| Clinker (t) | <p>Clinker producido = cemento seco vendido – variación del stock de cemento – adiciones secas compradas - variación de stock adiciones + clinker expedido – clinker comprado – variación de stock de clinker</p> <p>Cemento seco vendido: se determinará en base seca mediante pesaje en la báscula de expedición de la instalación. Se aportarán además las facturas de venta a modo de contraste.</p> <p>El contenido de humedad se ha de determinar analíticamente a partir de una muestra representativa.</p> <p>Adiciones secas compradas: se determinarán en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada de la instalación. Se aportarán además las facturas de compra a modo de contraste.</p> <p>Clinker expedido: se determinará mediante pesaje en la báscula de expedición. Se aportarán además las facturas de venta a modo de contraste.</p> <p>El contenido de humedad se determinará analíticamente.</p> <p>Clinker comprado: se determinará en base seca mediante pesaje en la báscula de entrada de la instalación. Se aportarán además las facturas de compra a modo de contraste.</p> <p>El contenido de humedad se ha de determinar analíticamente a partir de una muestra representativa.</p> <p>Variación del stock de cemento, clinker y adiciones: se determinarán las cantidades en stock por medio de la variación de niveles de los silos de almacenamiento. Deberá indicarse la metodología utilizada y el valor de densidad empleado en el cálculo.</p> <p>Asimismo, se deberá calcular el contenido en humedad de los stocks a lo largo del período de notificación. El contenido de humedad se ha de determinar analíticamente a partir de una muestra representativa.</p> |
| Polvos desechados del horno (t) | Se determinarán los polvos desechados mediante pesaje en una báscula a la entrada del molino de cemento. |

⁸ Para una instalación de categoría B, según la Tabla 2 del presente documento, le correspondería como mínimo el nivel 2, pero se asume un nivel superior porque de acuerdo con los criterios de la Consejería de Medio ambiente es el que le corresponde por tratarse de una fuente principal.



| Factor de emisión | |
|---|--|
| Clinker (t CO ₂ /t clinker) | <p>Se determinarán mediante el análisis de los óxidos alcalinotérreos presentes en el clinker, aplicando las relaciones estequiométricas de la Tabla 12 del presente documento.</p> <p>Factor de emisión = 0,785 (t CO₂/t CaO) * CaO_{Clinker} (t CaO/t clinker) + 1,092 (t CO₂/t MgO) * MgO_{Clinker} (t MgO/t clinker)</p> <p>Las cantidades de CaO y MgO en el clinker se obtendrán a partir de muestras representativas.</p> |
| Polvos desechados del horno (t CO ₂ /t polvos) | <p>El factor de emisión de los polvos desechados se obtendrá de acuerdo con la siguiente expresión:</p> $FE_{CKD} = \frac{\frac{FE_{Clinker}}{1 + FE_{Clinker}} \cdot d}{1 - \frac{FE_{Clinker}}{1 + FE_{Clinker}} \cdot d}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ FE_{clinker}: determinado según se ha indicado en el apartado anterior. ✓ d: grado de calcinación del CKD expresado en tanto por uno, determinado analíticamente: $d = \frac{PF_{crudo} - PF_{CKD}}{PF_{crudo}}$ |
| Factor de conversión | |
| Clinker producido en el horno | 1 |

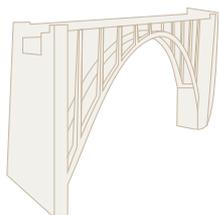
3.4 Determinación de datos y factores específicos de la actividad

En este apartado será de aplicación para aquellas instalaciones que tengan asignados niveles para la determinación de factores específicos, tanto de combustibles como materiales, que hagan referencia al cumplimiento de los requisitos contemplados en la sección 13 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

A continuación se resaltan los contenidos y requisitos más significativos de esta sección de la Decisión.

3.4.1 Procedimientos para la toma de muestras y la determinación de las propiedades de combustibles y materiales

Los procedimientos aplicados para la toma de muestras y la determinación analítica de los datos y factores específicos siguientes:



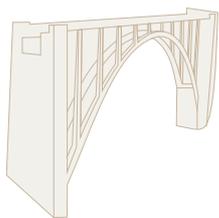
- Valores caloríficos netos, contenido de carbono y factores de emisión para combustibles.
- Factores de oxidación específicos de la actividad (por ejemplo, a través del contenido de carbono del hollín, cenizas, efluentes y otros residuos o subproductos).
- Factores de emisión de proceso específico de la actividad, factores de conversión o los datos de composición para un material específico.
- Fracción de biomasa. El término “fracción de biomasa” se refiere al porcentaje de masa de carbono procedente de biomasa respecto a la masa total de carbono en una muestra.

Se ajustarán a métodos normalizados. Se utilizarán las normas CEN, normas ISO o las normas nacionales adecuadas. Cuando no existan normas aplicables, los procedimientos podrán ajustarse cuando sea posible a los proyectos de normas adecuadas o las directrices sobre mejores prácticas de la industria.

En la sección 13.1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE se recogen un conjunto de normas CEN, ISO u otras nacionales para la determinación de los valores caloríficos netos, contenido de carbono y factores de emisión de combustibles. Las normas aplicables a los combustibles utilizados en el proceso de fabricación del cemento son:

Tabla 15. Normas para la determinación de los valores caloríficos netos, contenido en carbono y factores de emisión

| Normas CEN |
|---|
| EN ISO 4259:1996 Productos del petróleo- Determinación y aplicación de datos de precisión en relación con los métodos de prueba. |
| Normas ISO |
| ISO 13909-1,2,3,4:2001 Carbón de antracita y coque- Muestreo mecánico. |
| ISO 5069-1,2:1983: Carbones bituminosos y lignitos. Principios de muestreo. |
| ISO 625:1996: Combustibles minerales sólidos- Determinación de carbono e hidrógeno- Método de Liebig. |
| ISO 925:1997: Combustibles minerales sólidos- Determinación del contenido de carbono en carbonatos- Método gravimétrico. |
| ISO 9951:1993/94 Medición del caudal de fluidos en conductos cerrados- Contadores de turbina. |
| Otras normas nacionales complementarias |
| DIN 51900-1:2000 Pruebas de combustibles sólidos y líquidos- Determinación del valor calorífico bruto mediante el calorímetro de bomba y cálculo del valor calorífico neto- Parte 1: Principios, aparatos, métodos. |
| DIN 51721:2001 Pruebas de combustibles sólidos- Determinación del contenido de carbono e hidrógeno (aplicable también a los combustibles líquidos). |



A parte de las normas recogidas en la Tabla 15, también se pueden utilizar otros procedimientos. Según lo establecido en el apartado 13 de la Decisión 2007/589/CE en caso de haberlas, se utilizarán normas CEN. Si no hay normas CEN, se aplicarán las normas ISO o las normas nacionales adecuadas. Cuando no existan normas aplicables, los procedimientos podrán ajustarse cuando sea posible a los proyectos de normas adecuadas o las directrices sobre mejores prácticas de la industria.

En cuanto a la determinación de los suministros de coque de petróleo se pueden utilizar las siguientes normas, teniendo en cuenta que es necesario determinar la humedad del combustible:

Tabla 16. Normas para la determinación de los suministros de coque de petróleo

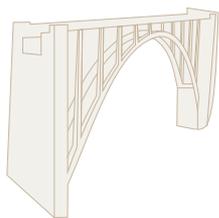
| |
|--|
| UNE 32201:1986 Coque. Toma y preparación de muestras. |
| UNE 32202:1980 Coque. Determinación de la humedad total. |
| UNE 32203:1980 Coque. Determinación de la humedad en la muestra para análisis. |
| UNE 32101:1990 Carbón y coque. Terminología. |
| UNE 32204:1990 Coque. Análisis granulométrico. |
| UNE 32205:1984 Coque. Determinación de la densidad de carga. |

Para la determinación de los óxidos de calcio y magnesio del clinker, así como para la toma y preparación de muestras y para el cálculo del factor de emisión del clinker, podrán utilizarse las normas:

Tabla 17. Normas para la determinación de los óxidos de calcio y magnesio presentes en el clinker

| |
|---|
| EN 196-2:2005 Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cemento. |
| UNE 80210:1994 EX Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la composición química de Clinker Portland y cementos por fluorescencia de rayos X. |
| UNE 80230:1999 Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Métodos alternativos. |
| UNE 20220:2000 Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la humedad. |
| UNE-EN 451-1:2006 Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: determinación del óxido de calcio libre. |
| UNE-EN 196-7:2008 Métodos de ensayo de cemento. Parte 7: Métodos de toma y preparación de muestras. |

Si se pretende realizar una búsqueda específica de normas relativas al muestreo y determinaciones analíticas de algún combustible concreto, se indican a continuación las direcciones de las páginas web del Comité Europeo de Normalización (CEN), de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). A continuación se aportan orientaciones de cómo realizar una búsqueda de normas y estándares:

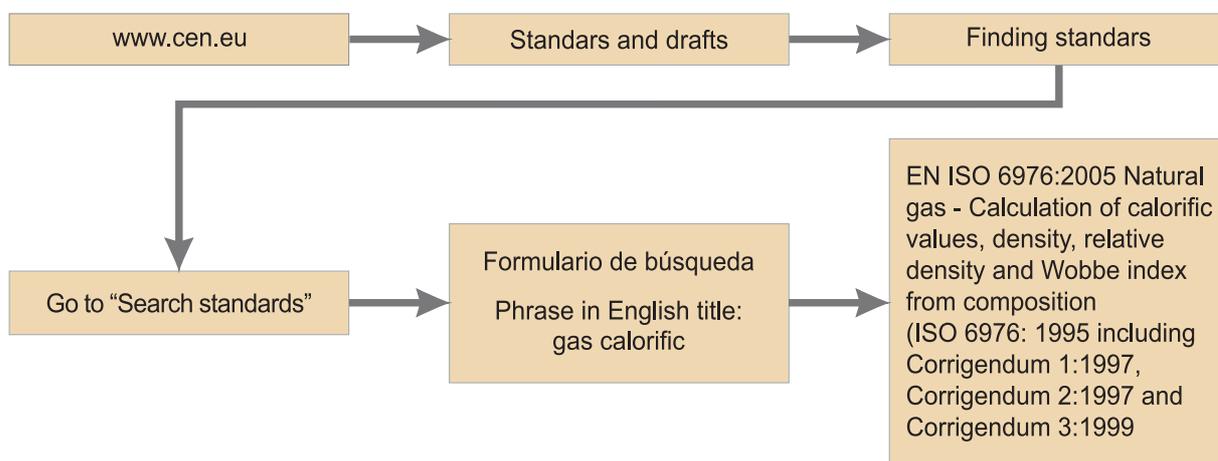


Comité europeo de normalización (CEN): www.cen.eu

Standars and draft ⇒ *Finding standars* ⇒ *Go to 'Search standars'* ⇒ Aparece el formulario de búsqueda. En el campo *Phrase in English title* se debe introducir las palabra clave que pretendemos buscar y, seguidamente, clicar en *Search*.

Por ejemplo, para realizar una búsqueda de las normas relacionadas con la determinación del valor calorífico del gas natural dentro de la página web de CEN, habrá que seguir la ruta:

Figura 4. Ruta de búsqueda de normas en CEN



Organización Internacional para la Estandarización (ISO): www.iso.org

Products ⇒ *ISO Standards* ⇒ Aparecen dos criterios de búsqueda: *By ICS* ó *By TC* ⇒ Suponiendo que clickamos en *By TC*, aparecerán los diferentes comités de estandarización existentes. Si queremos conocer las normas relacionadas con los combustibles sólidos minerales, clickamos en *TC 27 Solid mineral fuels* ⇒ Aparecerán cuatro familias de normas: 1) *TC 27/SC 1 Coal preparation: terminology and performance*, 2) *TC 27/SC 3 Coke*, 3) *TC 27/SC 4 Sampling* y 4) *TC 27/SC 5 Methods of analysis*. ⇒ Suponiendo que queremos conocer las normas de muestreo, clickamos en *TC 27/SC 4 Sampling* ⇒ Aparecerán las normas:

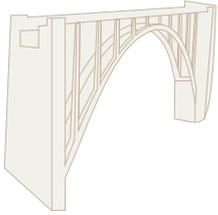
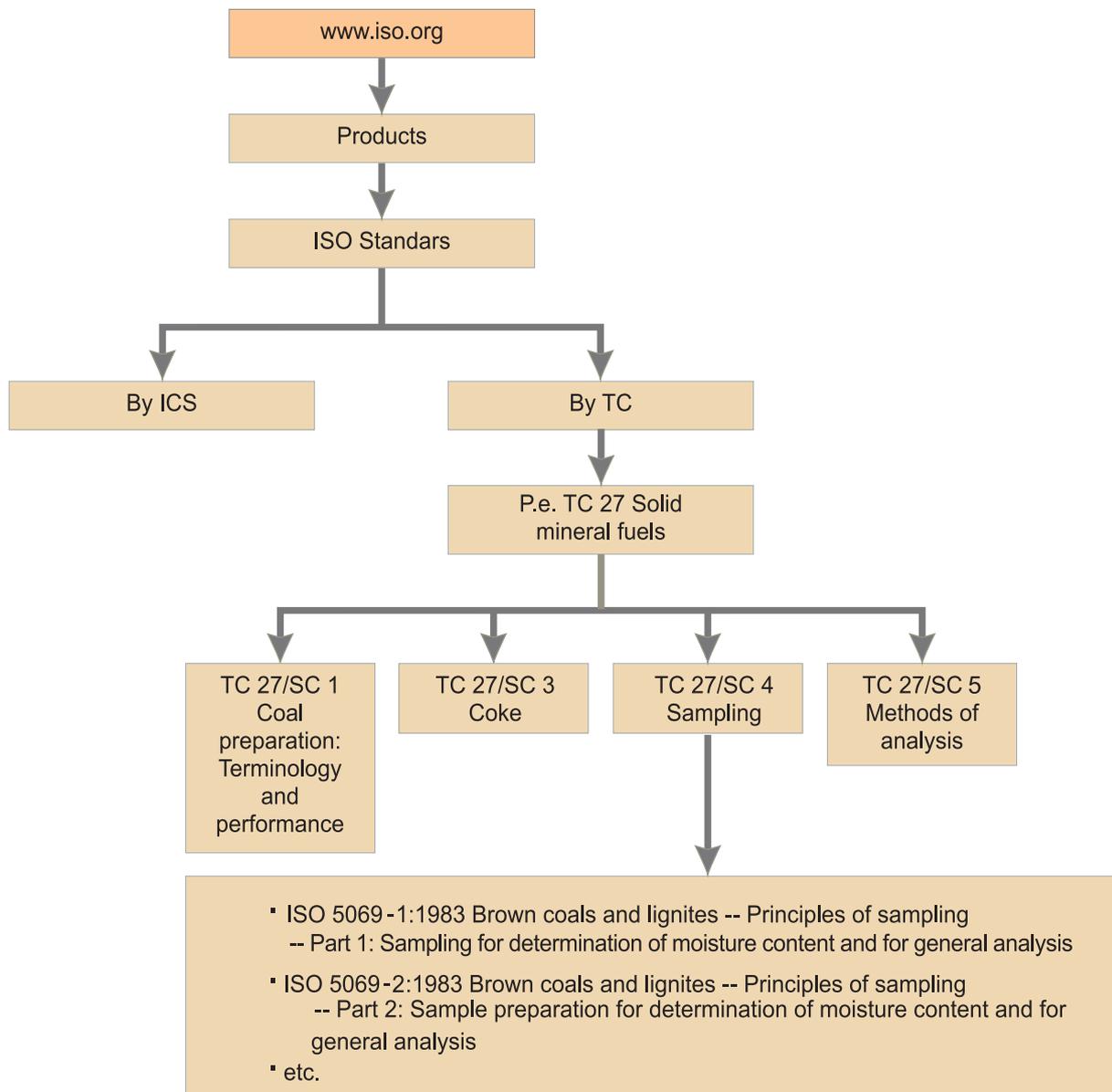


Figura 5. Ruta de búsqueda de normas en ISO



Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR): www.aenor.es

Normas y publicaciones ⇒ *Normas*. Aparece el formulario de búsqueda de normas. Introduciendo en el campo Palabra clave/título el criterio de búsqueda, se encontrarán las normas que se ajustan a los criterios seleccionados.

Por ejemplo, para realizar una búsqueda de las normas relacionadas con la determinación del poder calorífico en los combustibles minerales dentro de la página web de AENOR, habrá que seguir la ruta:

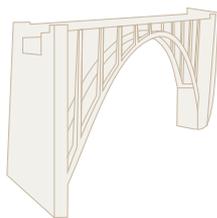
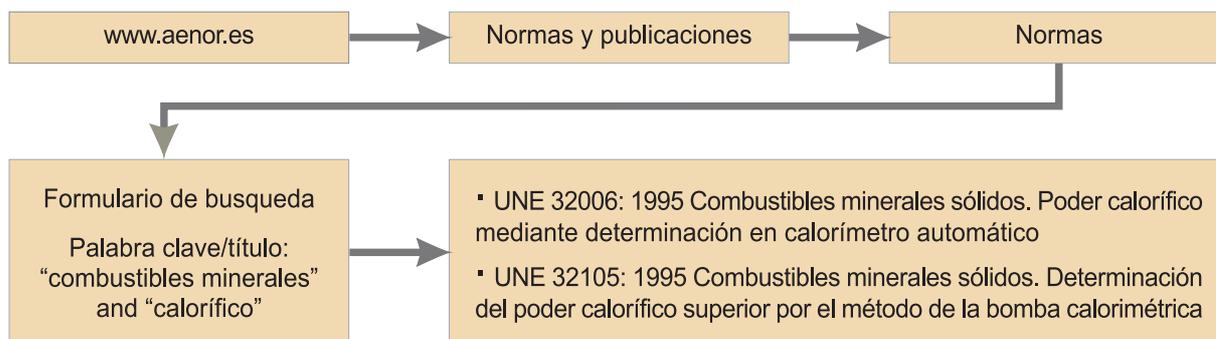


Figura 6. Ruta de búsqueda de normas en AENOR



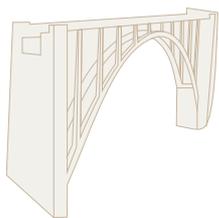
3.4.2 Requisitos de los laboratorios empleados para la determinación de las propiedades de combustibles y materiales

En el apartado 13.5 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE se establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios para la determinación de las propiedades de combustibles y materiales.

La Decisión 2007/589/CE indica que es preferible que el laboratorio utilizado para determinar el factor de emisión, el valor calorífico neto, el factor de oxidación, el contenido de carbono, la fracción de biomasa o los datos de composición esté acreditado de acuerdo con la norma EN ISO 17025:2005.

Cabe indicar que la disponibilidad de laboratorios acreditados ISO 17025 en España para la determinación del valor calorífico neto y el factor de emisión en combustibles es muy limitada. Hasta hace muy poco no había laboratorios acreditados ISO 17025 en nuestro país para la determinación de las dichas variables, y sólo se conocían 3 laboratorios acreditados en Europa (dos en Alemania y uno en Bélgica). En la actualidad existe en España al menos un laboratorio acreditado ISO 17025 para la determinación del contenido en carbono mediante analizador elemental por procedimiento interno que dispone de acreditación desde el 12 de mayo de 2006 (Ambitec Laboratorio Medioambiental S.A.). Este mismo laboratorio está acreditado también para la determinación del poder calorífico superior mediante calorímetro automático según la norma UNE 32006: 1995. Asimismo, hay otros dos laboratorios acreditados para la determinación de dicho parámetro: Endesa Generación S.A. y Lafarge Cementos S.A.

La situación para la determinación del valor calorífico neto y el factor de emisión en combustibles gaseosos es muy similar a la descrita para combustibles sólidos. Actualmente existe en España un laboratorio acreditado ISO 17025 para análisis de gas natural por cromatografía de gases según la norma de la American Section of the International Association for Testing Materials ASTM D 1945-03 (Caleb Brett Ibérica ubicado en Gallarta, Vizcaya). Para la determinación del valor calorífico neto del fuelóleo y gasóleo existe un el laboratorio acreditado ISO 17025: Asociación BTC para la investigación de Combustibles y renovables y medio ambiente.



En relación con las emisiones de proceso, para la determinación de los óxidos alcalinotérreos del clinker, los laboratorios acreditados se muestran en la Tabla siguiente.

Tabla 18. Laboratorios acreditados para la determinación de óxidos

| Laboratorio | Procedimiento a realizar | Norma utilizada |
|--|--|--|
| Fundación Labein | Análisis químico clinker | UNE-EN 196-2: 2006 |
| LGAI Technological Center, S.A. | Análisis químico clinker: Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO | UNE-EN 196-2: 2006 |
| Lafarge Cementos, S.A. | Análisis químico de los óxidos alcalinotérreos del crudo, clinker y cemento por Fluorescencia de Rayos X | Procedimiento interno I-0004 |
| Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, S.A. (INTEMAC) | Análisis químico clinker: Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO | UNE-EN 196-2: 2006 |
| FUNDACIÓN ITMA | Análisis químico de los óxidos alcalinotérreos por fluorescencia de Rayos X | Procedimiento interno PR/ITMA/11 ITL-107 |

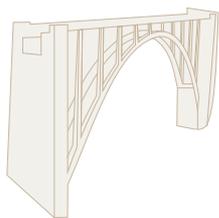
El titular podrá acudir a laboratorios no acreditados por la norma EN ISO 17025:2005 si acredita que dichos laboratorios cumplen con los requisitos equivalentes a los previstos en esa norma y mantendrá un listado completo de los laboratorios no acreditados empleados por la instalación.

La equivalencia en relación con la gestión de calidad puede demostrarse mediante una certificación acreditada del laboratorio respecto a la norma EN ISO 9001:2000. El titular deberá aportar pruebas adicionales de que el laboratorio es técnicamente competente y capaz de generar resultados técnicamente válidos utilizando los procedimientos analíticos pertinentes.

Bajo la responsabilidad del titular, cada laboratorio no acreditado al que haya recurrido el titular para determinar los resultados utilizados en el cálculo de las emisiones deberá demostrar mediante pruebas escritas, que cumple las medidas sobre Validación e Intercomparación descritas en el punto 13.5.2 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

En el caso de que el titular decida recurrir a laboratorios no acreditados con la norma EN ISO 17025:2005, el laboratorio deberá:

- Demostrar la equivalencia en relación con la gestión de calidad, por ejemplo, mediante la aportación de certificación acreditada del laboratorio respecto a la norma EN ISO 9001.
- Asimismo, deberá adoptar las siguientes medidas:



- a) **Validación:** un laboratorio acreditado con arreglo a la norma EN ISO 17025 validará cada método analítico que vaya aplicar el laboratorio no acreditado respecto al método de referencia.
- b) **Intercomparación:** una vez al año, un laboratorio acreditado con arreglo a la norma EN ISO 17025 realizará una intercomparación de los resultados de los métodos analíticos.

3.4.3 Métodos de muestreo y frecuencia

La determinación del factor de emisión, el valor calorífico neto, el factor de calorífico neto, el factor de oxidación, el factor de conversión, el contenido de carbono, la fracción de biomasa o los datos de composición se ajustará a la práctica generalmente aceptada en materia de toma de muestras representativas. El valor correspondiente será utilizado solamente para el período de suministro o la partida de combustible o material respecto a la que se considera representativo.

En general, se analizará una muestra que sea una mezcla de un número mayor de muestras (por ejemplo, 10-100) recogidas durante un período de tiempo (por ejemplo, de un día a varios meses) siempre y cuando el combustible o material que se haya extraído como muestra pueda conservarse sin cambios en su composición.

El procedimiento de muestreo y la frecuencia de los análisis serán tales que se garantice que la medida anual del parámetro considerado se determine con una incertidumbre máxima de menos de 1/3 de la incertidumbre máxima requerida en el nivel aprobado con respecto a los datos de la actividad para el mismo flujo fuente.

Si el titular no puede cumplir la incertidumbre máxima autorizada respecto al valor anual, o es incapaz de demostrar el cumplimiento de los umbrales, realizará los análisis con la frecuencia establecida en el siguiente cuadro, como mínimo, si procede. En todos los demás casos, la autoridad competente determinará la frecuencia de los análisis.

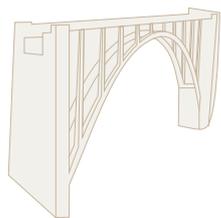


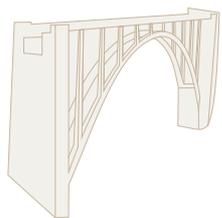
Tabla 19. Frecuencia indicativa mínima de los análisis

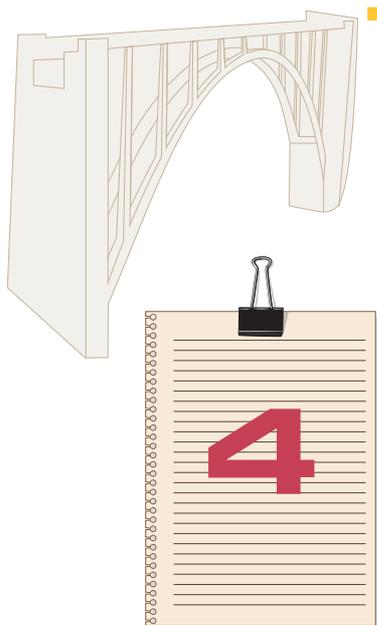
| Combustible/material | Frecuencia de los análisis |
|--|--|
| Gas natural | Al menos semanal |
| Gases de proceso (gas de refinería mezclado, gas de coquería, gas de alto horno y gas de convertidor) | Al menos diaria, utilizando los procedimientos adecuados en distintos momentos del día |
| Fuelóleo | Cada 20.000 toneladas y al menos seis veces al año |
| Carbón, carbón para coque, coque de petróleo | Cada 20.000 toneladas y al menos seis veces al año |
| Residuos sólidos (residuos fósiles puros o una mezcla de residuos fósiles con residuos de biomasa) | Cada 5.000 toneladas y al menos cuatro veces al año |
| Residuos líquidos | Cada 10.000 toneladas y al menos cuatro veces al año |
| Minerales carbonatados (por ejemplo, piedra caliza y dolomita) | Cada 50.000 toneladas y al menos cuatro veces al año |
| Arcillas y pizarras | Cantidades de material correspondientes a 50.000 toneladas de CO ₂ y al menos cuatro veces al año |
| Otros flujos de entrada y salda en el balance de masas (no aplicable a combustibles ni agentes reductores) | Cada 20.000 toneladas y al menos una vez al mes |
| Otros materiales | En función del tipo de material y la variación, cantidades de material correspondientes a 50.000 toneladas de CO ₂ y al menos cuatro veces al año |

3.5 Plan de seguimiento

El contenido mínimo del Plan de Seguimiento se establece en la AEGEI de la instalación, dependiendo de si se trata de una IBE (Instalación de Bajas Emisiones) o no. En el sector cementero no hay instalaciones que se puedan considerar como IBE, por lo que, el contenido mínimo del Plan de Seguimiento sería el siguiente:

- Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero en vigor, así como las revisiones anteriores.
- Copia controlada del Plan de Calidad Ambiental.
- Los registros del Plan de Calidad.





Proceso de verificación

El objeto del presente apartado es definir los criterios que deben aplicar los verificadores de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para la tramitación y realización de la verificación de los **Informes de Notificación de Emisiones** dentro del régimen de comercio de derechos de emisión.

El proceso de verificación tiene como fin comprobar que el Informe de Notificación de Emisiones, elaborado por el titular de la instalación y que debe presentar ante la Consejería de Medio Ambiente, no contiene omisiones, distorsiones o errores que puedan afectar el valor anual de las emisiones notificadas y que la metodología de seguimiento de dichas emisiones cumple con los requisitos recogidos en la/s AEGEI en vigor durante el período de notificación⁹⁾.

El proceso de verificación concluye con la redacción por parte del verificador del Informe de Verificación de emisiones de gases de efecto invernadero, donde se consignan todas las desviaciones detectadas durante este proceso, así como las observaciones que se consideren oportunas para la mejor comprensión y justificación del proceso de verificación realizado, recogándose finalmente el dictamen del verificador.

Es de aplicación a los titulares de las instalaciones que tienen obligación de entregar el informe a la Consejería de Medio Ambiente en virtud de lo establecido en la Directiva 2003/87/CE.

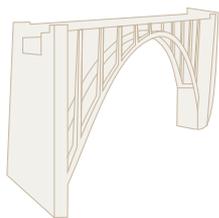
4.1 Consideraciones previas

Antes de comenzar la descripción del proceso de verificación conviene introducir los conceptos de “desviación (inexactitudes e irregularidades)” y “nivel de importancia”. De esta manera, se entenderá mejor el enfoque de la metodología de verificación en sus diferentes etapas (análisis estratégico, análisis del riesgo y análisis de procesos) y los objetivos a alcanzar en cada una de ellas.

4.1.1 Definiciones

Se establecen las siguientes definiciones en relación con el control y la verificación:

⁹⁾ Una instalación puede haber tenido distintas AEGEI en vigor durante el período de notificación de emisiones, cada una de ellas vigentes durante diferentes intervalos temporales de período. Esto puede ser debido, por ejemplo, a cambios en la metodología de seguimiento de emisiones de la instalación ocurridos durante el período de notificación que hayan motivado posteriores revisiones y aprobaciones por la Consejería de Medio Ambiente sobre las AEGEI concedidas. Cualquier cambio de la metodología de seguimiento incluida en la AEGEI debe recibir la aprobación previa de la autoridad competente. En estos casos, debe realizarse la verificación contra las AEGEIs vigentes para cada uno de los intervalos dentro del período de notificación.



- **Certeza razonable:** grado elevado pero no absoluto de certeza, expresado de forma concluyente en el dictamen de verificación, de que el informe de emisiones objeto de verificación no contiene inexactitudes importantes y de que la instalación no tiene regularidades importantes.
- **Nivel de importancia:** umbral cualitativo o límite que debe utilizarse para determinar el dictamen de verificación adecuado respecto de los datos sobre las emisiones notificados en el informe anual de emisiones.
- **Irregularidad:** acción u omisión en la instalación objeto de verificación, deliberada o no, contraria a los requisitos establecidos en la AEGEI y/o en el plan de seguimiento aprobado por la autoridad competente de acuerdo con la autorización de la instalación.
- **Inexactitud:** desviación relacionada con una omisión, tergiversación o error en el tratamiento de datos.
- **Irregularidad importante:** no conformidad con los requisitos establecidos en la AEGEI y/o en el plan de seguimiento aprobado por la autoridad competente de acuerdo con la autorización de la instalación, que podría conducir a que no se pueda garantizar la fiabilidad de la cifra de emisiones notificada, según el juicio del verificador.
- **Inexactitud importante:** inexactitud (omisión, tergiversación o error, excluyendo la incertidumbre permisible) en el informe anual de emisiones que, según el juicio profesional del verificador, podría afectar al trato que la autoridad competente dé a ese informe, por ejemplo cuando la inexactitud supera el nivel de importancia.

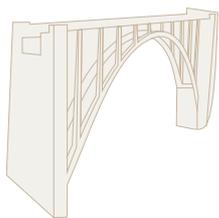
A continuación se realiza un análisis de dichas definiciones para aclarar el significado.

4.1.2 Concepto de desviación

DESVIACIÓN

Se considera desviación la ausencia o fallo en la aplicación o el mantenimiento de uno o más requisitos relacionados con:

- La/s AEGEI en vigor durante el período de notificación de la instalación concedida/s por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y sus posibles modificaciones.
- El/los Plan/es de Seguimiento en vigor aprobado/s por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y sus modificaciones.
- Los requisitos recogidos en la Decisión 2007/589/CE, de 18 de julio de 2007, por la que se



establecen directrices para el seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- Los requisitos formalmente establecidos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Los requisitos establecidos por la Comisión de Políticas de Cambio Climático.

Las desviaciones, por su naturaleza, se clasifican en:

- **Inexactitud:** desviación relacionada con una omisión, tergiversación o error en el tratamiento de los datos.
- **Irregularidad:** desviación que tiene su origen en un incumplimiento de los requisitos mencionados.

A su vez, las desviaciones, por su **nivel de importancia**, se clasifican en:

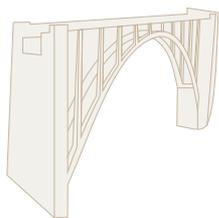
- **Importantes:** la Decisión 2007/589/CE califica las inexactitudes e irregularidades como importantes, si como consecuencia de la desviación pudiera derivarse que la instalación recibiera un trato diferente por parte de la autoridad competente, que en el caso de Andalucía es la Consejería de Medio Ambiente.
- **No importantes:** en caso contrario, la inexactitud o la irregularidad será calificada como no importante.

En el apartado 4.1.3 Nivel de importancia de la presente guía se detalla cómo clasificar las desviaciones en función del nivel de importancia.

OBSERVACIÓN

Se considera como observación la evidencia encontrada durante el proceso de verificación que, sin constituir una desviación, resulta pertinente recoger en el Informe de Verificación de emisiones con el fin de:

- Completar la información que llega a la empresa y a la Consejería de Medio Ambiente.
- Matizar, completar y/o explicar el contenido de alguna desviación.
- Justificar la decisión de verificación adoptada.



- Proporcionar información que pueda aprovechar el titular para mejorar sus resultados en el seguimiento y la notificación de emisiones.

En caso de detectarse discrepancias entre los requisitos de la Decisión 2007/589/CE y los establecidos por la Consejería de Medio Ambiente en la AEGER o en alguna otra comunicación formal, siempre prevalecerá lo establecido por la Consejería de Medio Ambiente.

4.1.3 Nivel de importancia

La Decisión 2007/589/CE define como nivel de importancia el umbral cuantitativo o límite que debe utilizarse para determinar el dictamen de verificación adecuado respecto a los datos sobre las emisiones declaradas en el Informe de Notificación de Emisiones.

La Decisión 2007/589/CE establece los siguientes grados de importancia:

Tabla 20. Grados de importancia

| Categoría de la instalación | Grado de importancia |
|---|----------------------|
| Categoría A (emisiones inferiores a 50.000 t) Categoría B (emisiones entre 50.000 y 500.000 t) | 5% |
| Categoría C (emisiones superiores a 500.000 t) | 2% |

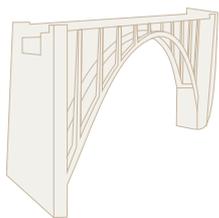
IMPORTANCIA DE LAS DESVIACIONES

Con carácter general el criterio a aplicar para la consideración de una inexactitud/irregularidad como importante es el siguiente:

“Si el error producido por una inexactitud/irregularidad en el dato global de emisiones es superior a los grados de importancia definidos en la Decisión 2007/589/CE, será importante”.

Así:

- Son **inexactitudes importantes** si el error del dato global de emisiones supone la superación del grado de importancia establecido según la categoría de la instalación.
- Son **irregularidades importantes** si el cumplimiento del requisito tiene consecuencias en el dato global de emisiones por encima del grado de importancia establecido según la categoría de la instalación.



PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE IMPORTANCIA DE LAS DESVIACIONES

El procedimiento para determinar si la inexactitud/irregularidad es importante consistirá en la realización de un cálculo/estimación de la desviación producida en el dato global de emisiones declaradas a consecuencia de la inexactitud/irregularidad detectada y determinar si supone un incremento porcentual superior al grado de importancia establecido según la categoría de la instalación.

EJEMPLO 1

Supongamos una instalación clasificada como categoría A (emisiones de años anteriores inferiores o iguales a 50.000 t de CO₂).

El combustible autorizado y recogido en la AEGEI es coque de petróleo, con los niveles de planteamiento para la determinación de las emisiones de CO₂ por la combustión del coque siguientes:

Tabla 21. Niveles autorizados para el coque de petróleo

| Flujos fuente combustibles | Niveles | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| | Combustibles Consumo | Valor Calorífico Neto | Factor de emisión | Factor de oxidación |
| Coque de petróleo | 1 | 2a | 2a | 2 |

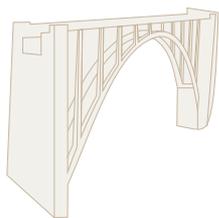
Supongamos que la instalación ha tenido un consumo de coque de petróleo de 10.955,47 toneladas durante el período de notificación.

Según lo niveles autorizados, los datos del VCN, FE y FO son los procedentes del Inventario Nacional más reciente presentados a la Secretaría de la CMNUCC. Estos valores son: $VCN = 0,0325 \text{ TJ}_{PCI}/t$, $FE = 98,3 \text{ t CO}_2/\text{TJ}_{PCI}$ (este valor del FE lleva implícito el FO), $FO = 1$. Por tanto, las emisiones de CO₂ por la combustión de coque de petróleo son:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ coque de petróleo} = 10.955,47 \text{ t} \cdot 0,0325 \text{ TJ/t} \cdot 98,3 \text{ t CO}_2/\text{TJ} \cdot 1 = 35.000 \text{ t CO}_2$$

Siendo ese el dato global de las toneladas de CO₂ emitidas por la combustión del coque de petróleo y que se ha declarado en el Informe de Notificación de Emisiones.

Supongamos que el verificador, durante el proceso de verificación, detecta que la instalación ha consumido fuelóleo durante el período de notificación, no estando dicho consumo autorizado y que, además, no se han incluido las emisiones procedentes de la combustión de fuelóleo en el Informe de Notificación de Emisiones. El verificador deberá clasificar esta desviación como **irregularidad** por ser un incumplimiento de los requisitos especificados en la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) para la instalación.



De ese incumplimiento se derivará un error en el dato final de las emisiones de CO₂ declaradas debido a que no se han computado las toneladas de CO₂ emitidas por la combustión del fuelóleo en el Informe de Notificación de Emisiones. Dicho error se cuantificaría del siguiente modo:

Al tratarse de una instalación tipo A, acudiendo al Cuadro 1 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE, le corresponderían los siguientes niveles de planteamiento mínimos para la determinación de las emisiones de CO₂ por la combustión del fuelóleo:

Tabla 22. Niveles autorizados para el fuelóleo

| Flujos fuente combustibles | Niveles | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| | Combustibles Consumo | Valor Calorífico Neto | Factor de emisión | Factor de oxidación |
| Fuelóleo | 2 | 2a | 2a | 2 |

El consumo se determinará a partir de las facturas de compra de fuelóleo. Supongamos que el consumo durante el período de notificación ha sido de 1.000 toneladas.

Los datos procedentes del Inventario Nacional más reciente presentados a la Secretaría de la CMNUCC son: $VCN = 0,04018 \text{ TJ}_{PCl}/t$, $FE = 76 \text{ t CO}_2/\text{TJ}_{PCl}$ (este valor del FE lleva implícito el FO), $FO = 1$.

Por tanto, tendremos unas emisiones totales de CO₂ procedentes de la combustión del fuelóleo de:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ fuelóleo} = 1.000 \text{ t} \cdot 0,04018 \text{ TJ/t} \cdot 76 \text{ t CO}_2/\text{TJ} \cdot 1 = 3.054 \text{ t CO}_2$$

Por tanto, el porcentaje sobre las emisiones declaradas es de:

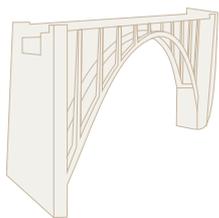
$$3.054 / 35.000 \cdot 100 = 8,72\% > 5\% \text{ (grado de importancia para instalaciones de categoría A)}$$

En consecuencia, la irregularidad se clasificaría como **importante**.

Para desclasificar la irregularidad de importante a no importante, el titular de la instalación deberá incluir el dato de las emisiones de CO₂ por la combustión del fuelóleo en el Informe de Notificación de Emisiones. Por otro lado, debería solicitar a la Consejería de Medio Ambiente una modificación de la AEGEI para la inclusión del nuevo flujo de combustible y la aprobación de la metodología de cálculo de las emisiones.

Las emisiones totales a declarar serían:

$$35.000 \text{ (por la combustión del coque)} + 3.054 \text{ (por la combustión del fuelóleo)} = 38.054 \text{ t CO}_2$$



EJEMPLO 2

Supongamos que el titular de la instalación anterior ha determinado el consumo de coque de petróleo durante el período de notificación con una incertidumbre de $\pm 10\%$:

$$\text{Consumo de coque} = 10.955,47 \text{ toneladas} \pm 10\%$$

La incertidumbre máxima con la que debe declararse el consumo de coque de petróleo debe ser inferior a $\pm 7,5\%$ ya que el nivel de planteamiento autorizado para el consumo es 1.

El verificador deberá clasificar esta desviación como **irregularidad** por ser un incumplimiento de los requisitos especificados en la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) para la instalación (se incumple la incertidumbre máxima autorizada).

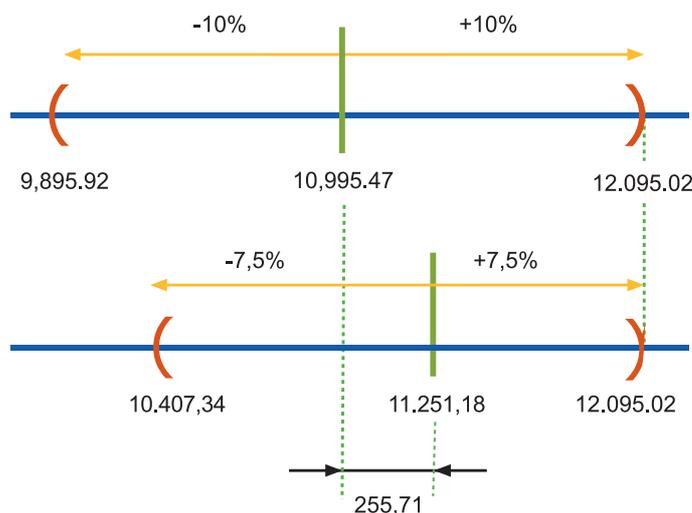
Este incumplimiento puede originar un error en el dato final de las emisiones de CO_2 declaradas debido a que se ha superado la incertidumbre máxima autorizada con la que debe declararse el consumo de coque de petróleo. Dicho error se cuantificaría del siguiente modo:

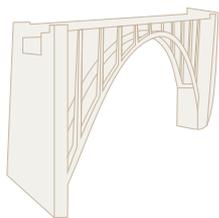
La incertidumbre de la medida del consumo de coque de petróleo indica el intervalo, alrededor del valor medido de 10.995,47 toneladas, donde con una alta probabilidad se encuentra el valor verdadero del consumo. Es decir, el valor real de consumo de coque durante el período de notificación estará comprendido entre 9.895,92 y 12.095,02 toneladas.

Nos situamos en el caso más desfavorable suponiendo que el valor real del consumo de coque es de 12.095,02 toneladas. Como la incertidumbre máxima permitida es de $\pm 7,5\%$, buscamos el valor del centro del intervalo de amplitud $\pm 7,5\%$ cuyo extremo superior sea 12.095,02. Este valor sería:

$$12.095,02 / 1,075 = 11.251,18 \text{ toneladas}$$

Ilustración 1. Determinación del error cometido





Esto supone una diferencia entre los consumos de $11.251,18 - 10.995,47 = 255,71$ toneladas de coque. Determinando las emisiones de CO_2 originadas por esta diferencia, tendremos:

$$255,71 \text{ t} \cdot 0,0325 \text{ TJ/t} \cdot 98,3 \text{ t CO}_2/\text{TJ} \cdot 1 = 817 \text{ t CO}_2$$

Por tanto, el porcentaje sobre las emisiones declaradas es de:

$$817 / 38.054 \cdot 100 = 2,14\% < 5\% \text{ (grado de importancia para instalaciones de categoría A).}$$

En consecuencia, la **irregularidad** se clasificaría como **no importante**.

En este caso, al ser una irregularidad no importante, el titular no tendría por qué modificar los datos del consumo de coque de petróleo ni los datos de las emisiones de CO_2 . No obstante, deberá mejorar la calidad metrológica de los equipos de medición que intervienen en el cálculo del consumo de coque de petróleo para conseguir que la incertidumbre con la que se determina este consumo sea inferior a la máxima permitida.

Comentario: Supongamos que la irregularidad se hubiese clasificado como importante, es decir, que el error cometido sobre las emisiones declaradas supera el 5% (grado de importancia para instalaciones de categoría A). En este caso, para desclasificar la irregularidad de importante a no importante, el titular de la instalación debería declarar en el Informe de Notificación de Emisiones un consumo de coque de 11.251,18 toneladas, que suponen unas emisiones de $35.000 + 817 = 35.817$ toneladas CO_2 por la combustión de coque de petróleo.

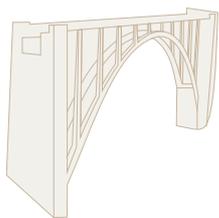
En este caso, las emisiones totales a declarar serían:

$$35.817 \text{ (por la combustión del coque)} + 3.054 \text{ (por la combustión del fuelóleo)} = 38.871 \text{ t CO}_2$$

EJEMPLO 3

Supongamos que una instalación clasificada como de categoría B (emisiones de años anteriores superiores a 50.000 toneladas e inferiores o iguales a 500.000 toneladas de CO_2) declara en los Informes de Notificación de Emisiones de 2007 y 2008, unas emisiones de 72.570 y 80.000 toneladas totales de CO_2 , respectivamente.

Consideremos que el combustible autorizado y recogido en la AEGEI es coque de petróleo, presentando un consumo en 2007 y 2008 de 13.837 y 15.000 toneladas, respectivamente. Para combustibles sólidos, como se recoge en la Tabla 1 del presente documento, el nivel para la determinación del Valor Calorífico Neto que se debe aplicar es 3. Asimismo, en la Autorización de emisión de gases de efecto invernadero (AEGEI) se recoge que la frecuencia de análisis para la determinación del Valor Calorífico Neto deber ser de al menos de 6 análisis anuales.



Supongamos que el verificador, durante el proceso de verificación del Informe de Notificación de Emisiones de 2008, detecta que la instalación ha realizado únicamente 4 análisis anuales, en lugar de los 6 recogidos en la Autorización de emisión de gases de efecto invernadero (AEGEI). El verificador deberá clasificar esta desviación como **irregularidad** por ser un incumplimiento de los requisitos especificados en la citada Autorización. En la tabla siguiente se muestran los resultados de los análisis correspondientes a 2008:

Tabla 23. Valor calorífico neto, año 2008

| Analíticas del coque (año 2008) | Valor Calorífico Neto (TJ/t) |
|---------------------------------|------------------------------|
| Análisis 1 | 0,0282 |
| Análisis 2 | 0,0321 |
| Análisis 3 | 0,0310 |
| Análisis 4 | 0,0300 |
| Valor medio | 0,0303 |

De este incumplimiento se derivará un error en el dato final de las emisiones de CO₂ declaradas que se cuantificará del siguiente modo:

Para empezar, como en el año 2008 el consumo de coque ha sido de 15.000 toneladas y el factor de emisión y el factor de oxidación han sido de 94,5 t CO₂/TJ y de 1, respectivamente, las emisiones declaradas por la instalación debidas al consumo de coque de petróleo han sido:

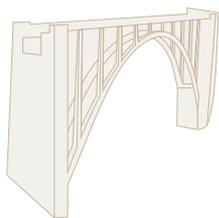
$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ coque} = 15.000 \text{ t} \cdot 0,0303 \text{ TJ/t} \cdot 94,5 \text{ t CO}_2/\text{TJ} \cdot 1 = 42.950 \text{ t CO}_2$$

A continuación se valorará cuanto puede ser de significativa la desviación entre el Valor Calorífico Neto obtenido tal y cómo prevé la AEGEI, es decir a partir de 6 muestras anuales, con el calculado únicamente con las 4 analíticas efectuadas. Para ello, se puede hacer una estimación sobre los resultados analíticos de un año anterior representativo en el que se disponga de 6 muestras anuales, por ejemplo, el año 2007.

Durante el año 2007, para la determinación del Valor Calorífico Neto del coque, se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 24. Valor calorífico neto, año 2007

| Analíticas del coque (año 2007) | Valor Calorífico Neto (TJ/t) |
|---------------------------------|------------------------------|
| Análisis 1 | 0,0285 |
| Análisis 2 | 0,0321 |
| Análisis 3 | 0,0310 |
| Análisis 4 | 0,0292 |
| Análisis 5 | 0,0332 |
| Análisis 6 | 0,0325 |
| Valor medio | 0,0311 |



El valor promedio para el Valor Calorífico Neto correspondiente a las 6 determinaciones analíticas del año 2007 fue de **0,0311** TJ/t.

A la hora de evaluar en cuanto puede variar el Valor Calorífico Neto al considerar únicamente 4 analíticas en lugar de las 6 que prevé la AEGEI, se puede considerar el caso más desfavorable, es decir, descartar aquellos valores que minimicen las emisiones. Por tanto, el caso más desfavorable sería descartar las dos analíticas con los Valores Caloríficos Netos más altos, que en el caso que se presenta como ejemplo se correspondería con los dos últimos análisis. Así pues, el Valor Calorífico Neto promedio pasaría a ser de **0,0302** TJ/t. Esto supone una diferencia en el Valor Calorífico Neto de $0,0311 - 0,0302 = 0,0009$ TJ/t.

Por tanto, el porcentaje de error cometido sobre el Valor Calorífico Neto declarado sería de:

$$e (\%) = 0,0009 / 0,0302 \cdot 100 = 2,98\%$$

Una vez calculado el error, se estimará aproximadamente el Valor calorífico neto que la instalación debería de haber declarado en 2008:

$$\text{Valor calorífico neto (TJ/t)} = \text{VCN}_{\text{declarado}_{2008}} + \text{VCN}_{\text{declarado}_{2008}} \cdot e = 0,0303 + 0,0303 \cdot 2,98/100 = 0,0312 \text{ TJ/t}$$

El siguiente paso sería calcular las emisiones de CO₂ debidas al consumo de coque, considerando el Valor Calorífico Neto estimado. Dado que en el año 2008 el consumo de coque ha sido de 15.000 toneladas y que el factor de emisión y el factor de oxidación han sido de 94,5 t CO₂/TJ y de 1, respectivamente, las emisiones debidas al consumo de coque de petróleo serían:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ coque} = 15.000 \text{ t} \cdot 0,0312 \text{ TJ/t} \cdot 94,5 \text{ t CO}_2/\text{TJ} \cdot 1 = 44.226 \text{ t CO}_2$$

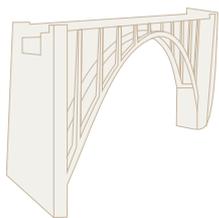
Esto supone una diferencia entre las emisiones de $44.226 - 42.950 = 1.276$ toneladas de CO₂. De cara a evaluar la importancia, si se tiene en consideración que la emisión total de CO₂ declarada en 2008 es de 80.000 toneladas, el incremento por considerar únicamente 4 analíticas en lugar de las 6 es de:

$$1.276 / 80.000 \cdot 100 = 1,60\% < 5\% \text{ (grado de importancia para instalaciones de categoría B).}$$

En consecuencia, la irregularidad se clasificará como **no importante**. En este caso, al ser una irregularidad no importante, el titular no tendría que modificar los datos de las emisiones de CO₂. No obstante, de cara a próximas notificaciones, deberá realizar el mínimo número de análisis indicados en la AEGEI.

Comentario: Supongamos que la irregularidad se hubiese clasificado como importante, es decir, el error cometido sobre las emisiones declaradas supera el 5% (grado de importancia para instalaciones de categoría B). En este caso, para desclasificar la irregularidad de importante a no importante, el titular de la instalación debería declarar en el Informe de Notificación de Emisiones unas emisiones de:

$$80.000 + 1.276 = 81.276 \text{ t CO}_2$$



EJEMPLO 4

El Representante Legal de la instalación indicado en la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) no coincide con el Representante legal que firma el Informe de Emisiones.

En este caso, la no coincidencia de la persona firmante del Informe de Emisiones con el representante legal se considera una **irregularidad no importante**, ya que no afecta al cómputo de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Para subsanar dicha irregularidad el titular de la instalación debe solicitar a la Consejería de Medio Ambiente el cambio del Representante Legal, para que se modifique la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) en consecuencia.

EJEMPLO 5

En contra de lo indicado en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) en vigor, no se evidencia la comunicación a la Consejería de Medio Ambiente de la suspensión de la actividad durante un plazo superior a seis meses.

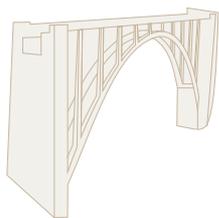
Como se contempla en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, la instalación está obligada a comunicar con una antelación mínima de quince días, la previsión de suspensión de la actividad durante un plazo superior a 6 meses. Dado que durante el proceso de verificación esta situación queda totalmente constatada y que no repercute de forma directa en el dato de emisiones, esta **irregularidad** se considera **no importante**.

Es importante indicar que en caso de un cese de la actividad por un período superior a 6 meses, el titular de la instalación debe comunicarlo a la Consejería de Medio Ambiente y, en caso de no hacerlo en el plazo indicado, debe notificarlo lo antes posible.

4.1.4 Dictamen de la verificación

A la vista del resultado de la verificación, las decisiones sobre el Informe de Notificación de Emisiones pueden ser:

- **Verificado como satisfactorio.** El Informe de Notificación de Emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio cuando, a juicio del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud y que en el informe no existen irregularidades.
- **Verificado como satisfactorio con irregularidades o inexactitudes no importantes.** El Informe de Notificación de Emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio cuando, a juicio



del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud importante y que en el informe no existen irregularidades importantes, aunque sí se detectan irregularidades o inexactitudes no importantes.

- **Verificado como no satisfactorio.** El Informe de Notificación de Emisiones presentado por el titular se considera no satisfactorio cuando, a juicio del verificador, presenta irregularidades importantes o inexactitudes importantes.

A modo de resumen, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 25. Dictamen de la verificación

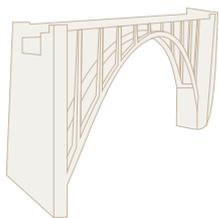
| | | Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero | | |
|-------|--------------------------------------|---|---|---|
| | | CUMPLE | NO CUMPLE (Irregularidad) | |
| | | | No importante | Importante |
| DATOS | No hay errores | Verificado como satisfactorio | Verificado como satisfactorio con irregularidades no importantes | Verificado como no satisfactorio |
| | Existen inexactitudes no importantes | Verificado como satisfactorio con inexactitudes no importantes | Verificado como satisfactorio con irregularidades o inexactitudes no importantes | Verificado como no satisfactorio |
| | Existen inexactitudes importantes | Verificado como no satisfactorio | Verificado como no satisfactorio | Verificado como no satisfactorio |

4.2 Proceso de verificación

La verificación es, según la definición que establece la Decisión 2007/589/CE, el conjunto de actividades realizadas por un verificador que le permiten formular un dictamen de verificación como se describe en el artículo 15 y en el Anexo V de la Directiva 2003/87/CE.

El verificador es una persona u organismo de verificación competente, independiente y acreditado para llevar a cabo el proceso de verificación y notificarlo de acuerdo con los requisitos detallados establecidos por el Estado miembro conforme el Anexo V de la Directiva 2003/87/CE.

Con la aprobación del Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005.



El objetivo final del proceso de verificación es verificar que el Informe de Notificación de Emisiones no contiene omisiones, distorsiones o errores que puedan afectar el valor anual de las emisiones notificadas.

La verificación de los Informes de Notificación de Emisiones debe ser un medio efectivo y fiable para reforzar los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad, y proporcionar información que pueda aprovechar el titular para mejorar sus resultados en el seguimiento y la notificación de emisiones.

El Informe de Notificación de Emisiones y los datos que se acompañan se verificarán de acuerdo con la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y el Plan de Seguimiento en vigor, su metodología asociada y otros requisitos relevantes (los requisitos recogidos en la Decisión 2007/589/CE, los establecidos formalmente por la Consejería de Medio Ambiente y los establecidos por la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático).

El proceso de verificación concluye con la redacción del Informe de Verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

4.2.1 Objetivos del proceso de verificación

Los objetivos del proceso de verificación son:

- Garantizar que la determinación de emisiones se ha realizado de conformidad con la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y la metodología de seguimiento aprobada por la Consejería de Medio Ambiente.
- Garantizar que los datos, información y cálculos que permiten al titular determinar el valor anual de emisiones de GEI son fiables y correctos.
- Garantizar que el Informe de Notificación de Emisiones anual verificado contiene todos los contenidos mínimos requeridos por la Consejería de Medio Ambiente.

4.2.2 Metodología del proceso de verificación

El alcance de la verificación se definirá por las actividades y tareas necesarias a realizar por el verificador para alcanzar los mencionados objetivos. La metodología de verificación de emisiones se basa, como mínimo, en la realización de un análisis estratégico, un análisis de riesgos y un análisis de procesos.

Se describen a continuación los criterios que deben regir la realización de verificaciones de emisiones de gases de efecto invernadero en sus diferentes etapas:

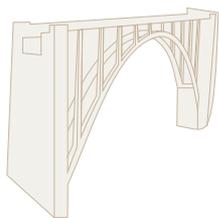
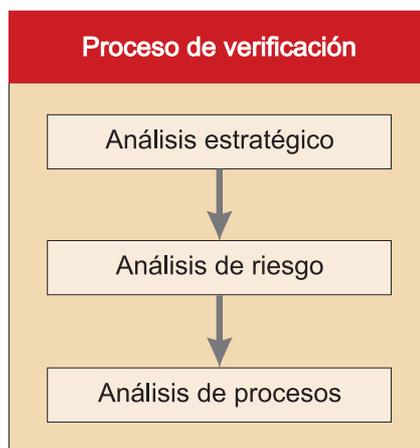


Figura 7. Proceso de verificación



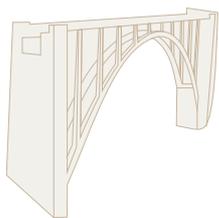
4.2.3 Análisis estratégico

El análisis estratégico tiene por objeto obtener una visión global sobre el sistema de gestión de datos de emisiones de la organización, las condiciones y requisitos definidos en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y el Plan de Seguimiento, y la situación real de las instalaciones objeto de la verificación, todo ello haciendo especial énfasis en las actividades llevadas a cabo en la instalación y en su importancia para las emisiones.

Información de entrada para el análisis estratégico

Para realizar el análisis estratégico, el verificador deberá contar con la siguiente información de entrada:

- Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) en vigor durante el período de notificación, concedida/s por la Consejería de Medio Ambiente.
- Plan/es de Seguimiento en vigor aprobado/s por la Consejería de Medio Ambiente.
- Planos de las instalaciones y diagramas de proceso (actividades, flujos, fuentes y procesos).
- Información actualizada de los factores de emisión (FE), factores de oxidación (FO) y conversión (FC) y valores caloríficos netos (VCN) autorizados.
- Último inventario nacional, si procede.
- Sistema de gestión de datos de emisiones de gases de efecto invernadero.



- Información relativa a los consumos de combustibles y materiales empleados.
- Marco organizativo de la instalación.
- Informe de Notificación de Emisiones de años anteriores.
- Informes de Verificación de años anteriores.
- Borrador de informe anual de emisiones.

Perspectivas del análisis estratégico

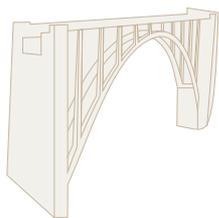
Se realizará un análisis de la información de entrada para el análisis estratégico desde las siguientes perspectivas:

- **La naturaleza, escala y complejidad** de los equipos y procesos que han originado emisiones, incluida la medición y el registro de flujos de energía y materiales y factores externos en todo el rango de condiciones que se hayan dado durante el período de notificación.
- El **sistema de gestión de datos** para medir y registrar los flujos de materiales y emisiones, con la agregación y el archivo de datos y la compilación de información sobre emisiones, incluida la existencia de un entorno de control o de un sistema de gestión o auditoría medioambiental de acuerdo con la norma ISO 14001, Reglamento EMAS o equivalente que abarque los sistemas de gestión y registro de datos.
- El **marco organizativo**, incluida la estructura de la organización que gestiona los sistemas operativos, de mantenimiento y de recuento de datos de los que se obtiene la información sobre emisiones.

Resultados del análisis estratégico

El análisis estratégico consiste en el estudio detallado de la información de entrada desde las perspectivas mencionadas (naturaleza, escala y complejidad; sistema de gestión de datos; marco organizativo). Como resultado de este análisis, el verificador deberá tener una visión global sobre:

- La/s Autorización/es de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y el/los Plan/es de Seguimiento aprobados por la Consejería de Medio Ambiente y vigentes durante el período de notificación, así como los requisitos que en ellos se establecen.
- La instalación y las actividades llevadas a cabo por la instalación que deben ser objeto de seguimiento.



- Las responsabilidades del seguimiento y notificación dentro de la instalación.
- La lista de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para cada actividad realizada dentro de la instalación.
- La lista de flujos de combustibles y materiales que deben ser objeto de seguimiento para cada actividad.
- La lista de niveles de planteamiento que deben aplicarse a los datos de actividades, los factores de emisión, y los factores de oxidación y conversión para cada una de las actividades y flujos fuente de combustibles y materiales.
- Los tipos, especificaciones y ubicaciones exactas de los dispositivos de medición que deben utilizarse para cada una de las fuentes y tipos de combustibles/materiales.
- Los planteamientos de muestreo y análisis que deben utilizarse en la determinación de parámetros específicos de las actividades de flujos combustibles y materiales.
- Los procedimientos de adquisición y tratamiento de datos y del sistema de control.

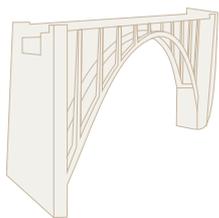
Desviaciones detectadas durante el análisis estratégico

Durante la realización del análisis estratégico el verificador podrá detectar:

- **Irregularidades y/o inexactitudes.** Deberán de clasificarse como importantes o no importantes en función del nivel de importancia, tal y como se vio anteriormente (ver apartado *4.1.1 Definiciones y el apartado 4.1.4 Dictamen de la verificación*).
- **Inexactitudes y/o irregularidades potenciales.** Son irregularidades/inexactitudes que si bien no han ocurrido, existe el riesgo de que ocurran. Estos potenciales incumplimientos se analizarán en la siguiente etapa del proceso de verificación, *análisis del riesgo*, determinando la probabilidad de que se hayan materializado y, de esta manera, definir el plan de muestreo de datos a realizar durante la última fase del proceso de verificación, *análisis de procesos*, intensificándolo sobre aquellos datos que presentan mayor riesgo de error.

Evidencia de la realización del análisis estratégico

Los resultados de este análisis estratégico se consignarán en el Informe de Verificación Interno y servirán como base para pasos posteriores en el proceso de verificación. Este documento recoge las evidencias que demuestran el análisis realizado.



El Informe de Verificación Interno se describe más adelante en el apartado *4.2.6 Informe de Verificación Interno* de la presente guía.

4.2.4 Análisis del riesgo

El objeto del análisis del riesgo es, una vez el verificador ha realizado el análisis estratégico, evaluar el riesgo que existe (la probabilidad, la posibilidad) de que se produzcan discrepancias o errores en los procesos de generación, adquisición y tratamiento de los datos de emisiones y evaluar en qué medida influiría en el dato final de las emisiones declaradas. Es decir, **el verificador evaluará el riesgo de que se produzcan discrepancias o errores que puedan derivar en irregularidades o inexactitudes importantes.**

Según la Decisión 2007/589/CE, existen dos tipos de riesgos: riesgo inherente y riesgo para el control.

- **Riesgo inherente:** Propensión de un parámetro del Informe de Notificación de Emisiones a ser objeto de inexactitudes importantes, suponiendo que no ha sido objeto de actividades de control.

Por ejemplo: El riesgo de que algún parámetro (consumo, valor calorífico neto, factor de emisión y/o factor de oxidación) de un flujo de combustible sea objeto de inexactitudes importantes aumenta conforme las instalaciones son más complejas, se hayan puesto en marcha nuevas instalaciones, se hayan externalizado algunos procesos en el flujo de datos, etc. Es decir, aumenta la probabilidad de que alguno de los parámetros haya quedado fuera de las actividades de control por los motivos expuestos.

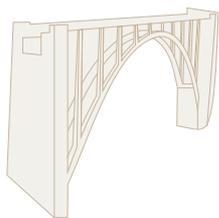
- **Riesgo para el control:** Propensión de un parámetro del Informe de Notificación de Emisiones a ser objeto de inexactitudes importantes que el sistema de control no evita, detecta ni corrige en el momento oportuno.

Por ejemplo: El riesgo de que algún parámetro (consumo, valor calorífico neto, factor de emisión y/o factor de oxidación) de un flujo de combustible sea objeto de inexactitudes importantes aumenta conforme hayan ocurrido cambios organizativos, el sistema de gestión de datos sea poco maduro, etc.

Información de entrada para el análisis del riesgo

La información de entrada para la realización del análisis del riesgo procede del análisis estratégico (ver el apartado *4.2.3. Análisis Estratégico. Resultados del análisis estratégico*). En resumen, se trata del conocimiento y visión global que tiene el verificador sobre:

- El sistema de gestión de datos de emisiones de la organización.



- Las condiciones y requisitos definidos en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y el Plan de Seguimiento.
- La situación real de las instalaciones objeto de la verificación.

Todo ello haciendo especial énfasis en las actividades llevadas a cabo en la instalación y en su importancia para las emisiones.

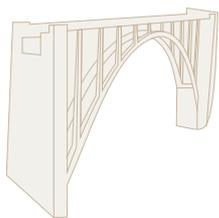
A partir de la información procedente del análisis estratégico, se evaluarán cada uno de los riesgos definidos. A continuación se indican unas directrices para su evaluación.

Evaluación del riesgo inherente

Cabe recordar que el riesgo inherente es la propensión de un parámetro del Informe de Notificación de Emisiones a ser objeto de inexactitudes importantes, suponiendo que no ha sido objeto de actividades de control.

La probabilidad de cometer esas inexactitudes se incrementa conforme:

- Las instalaciones son más complejas.
- Se hayan puesto en marcha nuevas instalaciones, o se hayan realizado ampliaciones o cambios en los procesos productivos.
- Hayan ocurrido operaciones o situaciones anormales (de emergencia, de parada y puesta en marcha de las instalaciones y los procesos productivos,...).
- Se hayan externalizado algunas fases de los procesos de obtención de los datos de emisiones.
- Se hayan producido cambios en el sistema de adquisición y tratamiento de datos y en los sistemas de control.
- Se disponga de procesos de toma de datos complejos.
- Se hayan producido cambios en la metodología de seguimiento.
- Se disponga de equipos de medida complejos.
- Otros.



Por tanto, el análisis de los riesgos inherentes consiste en evaluar el riesgo que existe de que los parámetros del Informe de Notificación de Emisiones sean objeto de inexactitudes importantes mediante la valoración de cada uno de los ítems arriba expuestos, partiendo de la información y conocimiento que el verificador ha adquirido durante la fase de análisis estratégico.

Evaluación del riesgo para el control

El riesgo para el control es la propensión de un parámetro del Informe de Notificación de Emisiones a ser objeto de inexactitudes importantes que el sistema de control no evita, detecta ni corrige en el momento oportuno. Es decir, es la probabilidad que existe de cometer inexactitudes importantes en el Informe de Notificación de Emisiones debido a un sistema de control poco robusto, no capaz de detectar los errores cometidos.

La probabilidad de cometer estas inexactitudes se incrementa si:

- Han ocurrido cambios organizativos y de responsabilidades dentro de la organización.
- Hay poca integración del sistema de gestión de datos de emisiones con otros sistemas de gestión existentes (Reglamento EMAS, ISO 14001, ISO 9001).
- El sistema de gestión de datos es poco maduro (en construcción o en fase de implementación).
- El sistema de gestión de datos no es adecuado a la instalación y a los requisitos establecidos en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI).
- El proceso de gestión de datos es complejo y poco operativo.
- Existe duplicidad de actividades de seguimiento.
- Otros.

Por tanto, el análisis de los riesgos para el control consiste en evaluar el riesgo que existe de que los parámetros del Informe de Notificación de Emisiones sean objeto de inexactitudes importantes mediante la valoración de cada uno de los ítems arriba expuestos, partiendo de la información y conocimiento que el verificador ha adquirido durante la fase de análisis estratégico.

Resultados del análisis del riesgo. Plan de verificación

A continuación se muestra una tabla de ejemplo para la realización y recogida de los resultados de la evaluación de los riesgos.

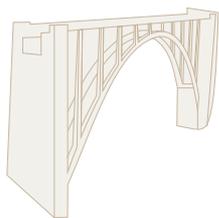


Tabla 26. Ejemplo de formato para la realización del análisis de riesgo

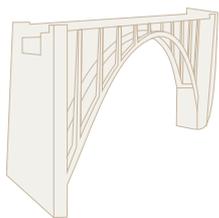
| Flujo Combustible X | | | |
|---|---------|---------------|---------|
| Riesgo inherente | | | |
| | ALTO/SI | MEDIO/A VECES | BAJO/NO |
| Complejidad de las instalaciones. | | | |
| Ampliación/nuevas instalaciones, ampliaciones/cambios en los procesos productivos. | | | |
| Operaciones o situaciones anormales (de emergencia, de parada y puesta en marcha de las instalaciones y los procesos productivos, ...) | | | |
| ... | | | |
| Riesgo para el control | | | |
| | ALTO/SI | MEDIO/A VECES | BAJO/NO |
| Cambios organizativos y de responsabilidad dentro de la organización. | | | |
| Integración del sistema de gestión de datos de emisiones con otros sistemas de gestión existentes (Reglamento EMAS, ISO 14001, ISO 9001). | | | |
| Madurez del sistema de gestión de datos. | | | |
| ... | | | |

La valoración de cada uno de estos riesgos (inherente y para el control) es a criterio del verificador, basado en su experiencia profesional y en los resultados obtenidos durante el análisis estratégico.

Finalmente, como resultado del análisis de riesgos, el verificador determinará aquellos datos y parámetros del Informe de Notificación de Emisiones que tienen mayor riesgo de presentar discrepancias o errores que puedan derivar en irregularidades o inexactitudes importantes.

Por ejemplo:

- El consumo de combustible XX debido a la complejidad del equipo de medida. Si un equipo de medida es complejo aumenta el riesgo de averías, de desajustes, etc. que pueden provocar inexactitudes importantes.
- El consumo de combustible YY debido a cambios organizativos dentro de la organización. Si se han producido cambios organizativos existe el riesgo de que no se hayan comunicado eficazmente las responsabilidades y/o funciones referentes al control de un determinado combustible a la/s persona/s que asume/n las nuevas responsabilidades y/o funciones.



- El VCN de combustible ZZ debido a la dificultad de integrar una muestra representativa de cada partida de combustible. Si el proceso de toma de muestras de un combustible es complejo existe el riesgo de que no se hayan determinado correctamente los parámetros (VCN, FE, FO) de la totalidad de las partidas.

Para esos datos y parámetros, el verificador establecerá la necesidad de realizar un muestreo y toma de datos más exhaustivo con el fin de comprobar si el riesgo existente de cometer errores en esos parámetros se ha materializado, apareciendo las correspondientes inexactitudes.

Plan de verificación

El verificador elaborará un plan de verificación y recopilación de datos basándose en los resultados del análisis de los riesgos inherentes y de control interno, y los resultados del análisis estratégico.

El plan de verificación describirá cómo deberán llevarse a cabo las actividades de verificación. Incluirá un programa de verificación y un plan de muestreo de datos:

- El **programa de verificación** describirá la naturaleza de las actividades del proceso de verificación, en qué momento tendrán que realizarse y su alcance con objeto de completar el plan de verificación.
- El **plan de muestreo de datos** determinará cuáles deben someterse a prueba para llegar a un dictamen de verificación. El análisis de riesgos orienta sobre la definición del muestreo que debe seguirse en las etapas de la verificación de emisiones, decidiendo donde intensificar el muestreo sobre el mínimo aplicable.

La Consejería de Medio Ambiente considera imprescindible que durante el proceso de verificación, el verificador realice al menos una visita a la instalación. El plan de verificación es una etapa del proceso de verificación previa a la visita.

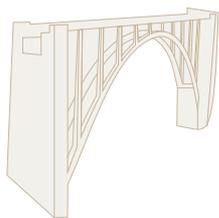
Muestreo a realizar para la verificación de datos

Los criterios de mínimos de muestreo aplicables por defecto en todos los procesos de verificación son los siguientes:

- Se verificarán todos los flujos fuente de la instalación, realizando un muestreo de al menos el 5% de los datos siempre de forma representativa.

El porcentaje de muestro deberá aumentarse con respecto al 5% en los siguientes casos:

- Cuando el flujo fuente tenga un mayor peso sobre las emisiones totales de CO₂ (fuentes principales). Deberá tenerse especial interés en hacer un muestreo de las partidas especiales, bien por su



representatividad con respecto a lo habitual en la instalación, bien por las características del suministro.

- Cuando los resultados de la evaluación del riesgo marquen una probabilidad alta de cometer inexactitudes importantes.
- Sobre los equipos de seguimiento y medición, deberán considerarse también los siguientes criterios:
 - Si para el cálculo de las emisiones se toman datos procedentes de menos de 5 equipos, se verificará sobre todos los equipos.
 - Si para el cálculo de las emisiones se toman datos procedentes de entre 5 y 10 equipos, se hará un muestreo al menos el 70% de los equipos y al menos uno de cada tipo de los existentes.
 - Si para el cálculo de las emisiones se toman datos procedentes de más de 10 equipos se hará un muestreo al menos el 50% de los equipos de tal forma que además se realice un muestreo homogéneo entre los distintos tipos que equipos.

A la hora de seleccionar los equipos a verificar, se elegirán aquellos que controlen los flujos fuente que tengan un mayor peso sobre las emisiones totales de CO₂ y/o los resultados de la evaluación del riesgo marquen una probabilidad alta de cometer inexactitudes importantes debido a la complejidad de los equipos.

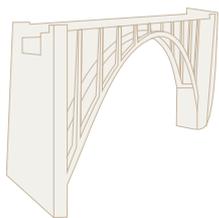
Puede ocurrir que la Consejería de Medio Ambiente defina un plan de muestreo en la AEGEI o en el Plan de Seguimiento de la instalación, en este caso se deberá seguir el modelo de muestreo definido e incluirlo o hacer referencia en el Plan de verificación.

Sobre este muestreo mínimo a realizar, se puede **intensificar la muestra sobre aquellos datos y parámetros que presentan una mayor propensión a ser objeto de inexactitudes importantes**. Esta intensificación se decidirá a raíz del análisis de los riesgos inherentes y de control realizado.

Una vez definido el muestreo a aplicar, deberá planificarse las actividades de verificación y comunicarse a la instalación mediante el correspondiente Plan de verificación.

Evidencia de la realización del análisis del riesgo

Los resultados de este análisis del riesgo se consignarán en el **Informe de Verificación Interno** y servirán como base para pasos posteriores en el proceso de verificación. Este documento recoge las evidencias que demuestran el análisis realizado.



El Informe de Verificación Interno se describe más adelante en el apartado *4.2.6 Informe de Verificación Interno* de la presente guía.

4.2.5 Análisis de procesos

El análisis de procesos tiene como objetivo que el verificador determine si existen inexactitudes y/o irregularidades en el Informe de Notificación de Emisiones de la instalación mediante la comprobación en la instalación del funcionamiento de los sistemas de medición, entrevistas y la obtención de evidencias, información y pruebas necesarias.

Para ello, el verificador aplicará el plan de verificación definido y confirmará si se cumple el Plan de Seguimiento y la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) aprobados por la Consejería de Medio Ambiente, y si se cumplen los niveles de incertidumbre establecidos en su caso.

Debe realizarse, por un lado, soportándose en la información obtenida en la propia instalación relativa a los procesos de producción y equipos de medida y, por otro lado, sobre la base de un análisis del Informe de Notificación de Emisiones.

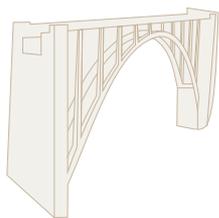
Para realizar este análisis de procesos el verificador se asegurará de la trazabilidad y fiabilidad de todos y cada uno de los datos (origen del dato, tratamiento interno del dato, presentación final del mismo, etc.). Asimismo, el verificador comprobará que cumple con el requisito del nivel de planteamiento asignado en cada caso y que se conoce la incertidumbre asociada a la determinación de los datos de actividad.

Información de entrada para el análisis de procesos

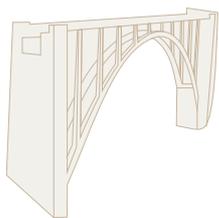
Los elementos de entrada básicos para el análisis de procesos son la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y el Plan de Seguimiento aprobados por la Consejería de Medio Ambiente que servirán de base para comprobar la veracidad de los datos incluidos en el Informe de Notificación de Emisiones. No obstante existen otros elementos de entrada necesarios e importantes para la realización del análisis de procesos.

La documentación necesaria para la realización del análisis de procesos es:

- Antes de la visita a las instalaciones:
 - Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) y Plan/es de Seguimiento de las emisiones de CO₂ aprobados por la Consejería de Medio Ambiente y vigentes durante el período de notificación.
 - Plan/es de Seguimiento de las emisiones de CO₂ aprobados por la Consejería de Medio Ambiente y vigentes durante el período de notificación.



- Posibles comunicaciones con la Consejería de Medio Ambiente.
- Borrador del Informe de Notificación de Emisiones anual.
- Durante la visita a las instalaciones:
 - Identificación y acreditación del titular.
 - Autorización o Licencia Ambiental, en caso de existir.
 - Contrato con el Registro Iberclear (datos del RENADE).
 - Asignación (y solicitud) de derechos de emisión.
 - Diagrama o esquema del emplazamiento con las instalaciones afectadas y equipos de medición.
 - Certificados de ISO 9001, ISO 14001, Reglamento EMAS, si existen.
 - Cálculo de las emisiones de CO₂ (herramientas informáticas donde estén implementadas las fórmulas de cálculo).
 - Datos de emisiones históricas. Informe de Notificación de Emisiones del año anterior.
 - Especificaciones técnicas de las instalaciones afectadas.
 - Facturas del consumo de los combustibles y materiales.
 - Posibles documentos relevantes con información sobre la composición y el PCI de los combustibles.
 - Análisis de laboratorio (humedad, contenido carbono, PCI, FE, FO...).
 - Especificaciones técnicas de los equipos de medición.
 - Certificados de calibración y de ajuste de los equipos de medición.
 - Manual de operación o mantenimiento de los equipos de medición.
 - Análisis de incertidumbre del seguimiento de las emisiones.



- Otra información sobre especificaciones acordadas con la autoridad competente.
- Informes anuales y de verificación de años anteriores.
- Otros.

Resultado del análisis de procesos

El resultado del análisis de procesos no es más que el juicio de valor por parte del verificador:

- Sobre la existencia o no de inexactitudes/irregularidades en el Informe de Notificación de Emisiones.
- Sobre la existencia o no de inexactitudes/irregularidades y demás aspectos pertinentes relacionados con la implementación de la metodología de seguimiento aprobada en la AEGEI de la instalación.

Todo ello con el fin de que el verificador pueda realizar el dictamen de verificación.

Evidencia de la realización del análisis de procesos

Los resultados de este análisis de procesos se consignarán en el Informe de Verificación Interno. Este documento recoge las evidencias que demuestran el análisis realizado. El Informe de Verificación Interno se describe en el apartado 4.2.6 *Informe de Verificación Interno* de la presente guía.

4.2.6 Informe de Verificación interno

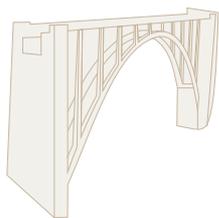
Documento que evidencia los análisis realizados (estratégico, de riesgo y de proceso) por el equipo de verificación, así como los datos analizados, verificados y el muestreo realizado en la validación de datos, de manera que se respalde el dictamen de verificación.

Se trata de documentar todas las cuestiones consideradas y decisiones tomadas durante la verificación, de tal forma que quede registro documental de todos los aspectos tratados y no sólo de los que dan lugar a no conformidades u observaciones.

Este documento se encontrará a disposición de la Consejería de Medio Ambiente si así lo requiere.

Contenido mínimo del Informe de Verificación Interno

El informe de verificación contendrá pruebas que demuestren que se han ejecutado plenamente el análisis estratégico, el análisis del riesgo y el plan de verificación, así como información suficiente para respaldar los dictámenes de verificación.



El índice de contenidos mínimos del Informe de Verificación Interno podría ser el siguiente:

1. Datos identificativos de la instalación

- Razón Social.
- Denominación de la instalación.

2. Datos relativos al proceso de verificación

- Fecha de la verificación.
- Nombre y firma del verificador.
- Período de notificación.
- Autorización/es de emisión de gases de efecto invernadero vigentes durante el período de notificación.

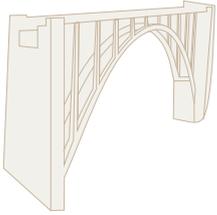
3. Toma de datos

Para cada flujo de combustible/material se recogerá la siguiente información:

- Información sobre si se encuentra autorizado o no.
- Dato de emisiones declarado por la instalación a fecha del informe.
- Niveles autorizados y Niveles empleados.
- Equipos empleados en el cálculo del dato de actividad indicando: nº de serie, estado de calibración, planificación de la calibración, fecha de la última calibración, número de certificado de calibración, rango de calibración, incertidumbre, indicación de otras incertidumbres que contribuyan a la incertidumbre de la medida para el dato de actividad, grado de cumplimiento de la incertidumbre global requerida para los datos de actividad.

4. Sistema de gestión de datos

Se reflejará si la organización tiene implantado y documentado un sistema de adquisición y tratamiento de datos y un sistema de control. Para ello, se reflejará si existen protocolos o procedimientos escritos que incluyan:



- La secuencia e interacción de las actividades de adquisición y tratamiento de datos.
- Una metodología para determinar dónde se encuentran los puntos débiles en el proceso de adquisición y tratamiento de datos.
- Las actividades de control para minimizar el efecto de los puntos débiles identificados. Estas actividades de control serán al menos las siguientes: gestión de las competencias necesarias para asumir las responsabilidades asignadas, control de los equipos de seguimiento y medición, control de las aplicaciones informáticas empleadas, revisión y validación de los datos, control de los procesos externalizados, establecimiento de acciones correctivas en el caso de detectar incumplimientos y control de los registros y la documentación.
- Realización de auditorías internas. Además, el titular debe haber llevado a cabo auditorías internas para evaluar el sistema de control establecido.

5. Análisis de riesgos

Se recogen los resultados del análisis de los riesgos inherentes y para el control realizado, indicando para cada flujo de combustible/material si procede intensificación en el muestreo, justificando la cuantificación del muestreo.

6. Muestreo y datos verificados

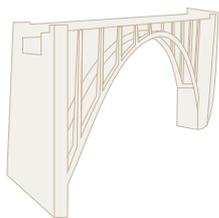
- Para cada parámetro (consumo, VCN, FE, FO/FC) asociado a cada flujo de combustible/material se recogerá: frecuencia de toma de datos de la instalación (por ejemplo: diaria, mensual, por partida, valor constante...), tipo de lectura (equipo y/o método: facturas, caudalímetros, básculas...), descripción del muestreo realizado en la verificación (por ejemplo: meses muestreados, número de facturas muestreadas...), datos verificados.
- Incidencias habidas durante el período de notificación (paradas, roturas de equipos de medida...).

7. Desviaciones y observaciones encontradas

Se describirán las desviaciones (irregularidades e inexactitudes) encontradas y las observaciones oportunas.

8. Documentación adjunta

Se anexarán los registros y las evidencias recopiladas durante el proceso de verificación que se consideran necesarias para dar respaldo al dictamen de verificación. Por ejemplo, registros de calibración de equipos, resultados de determinaciones analíticas, copias de procedimientos, etc.



4.2.7 Informe de Verificación

El resultado de todo el proceso de verificación es el **Informe de Verificación** de emisiones de gases de efecto invernadero, donde se consignan todas las desviaciones de este proceso (incluyendo aquellas derivadas de cualquier actividad anterior que no se han solucionado), así como las observaciones que se consideren oportunas para la mejor comprensión y justificación del proceso de verificación realizado. En la redacción del Informe de Verificación, el verificador debe asegurarse de que las desviaciones y observaciones proporcionan suficiente información y nivel de detalle.

Contenido mínimo del Informe de Verificación

El Informe de Verificación deberá contener la siguiente información como mínimo:

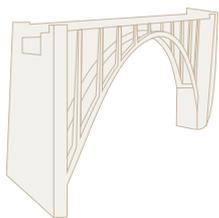
1. Datos identificativos de la instalación

- Razón Social: denominación, dirección y CIF.

- Instalación:
 - Denominación y dirección.
 - Epígrafes del Anexo I de la Ley 1/2005 de las actividades desarrolladas en la instalación.
 - Código RENADE y cantidad de derechos de emisión asignados para el período verificado.

2. Datos relativos al proceso de verificación

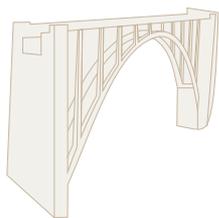
- Relativos al equipo verificador:
 - Nombre del organismo de verificación y código de acreditación.
 - Entidad de acreditación.
 - Nombre y NIF del verificador jefe.
 - Nombre y NIF del revisor técnico.
 - Nombre y NIF de todos los verificadores/as adicionales que participen en el proceso de verificación.



- Relativos a la visita de verificación:
- Fecha/s de la visita “in situ” a la instalación.
- Relativos a la verificación:
 - Código/s de la/s (AEGEI) en vigor durante el período de notificación con respecto a la/s que se ha realizado la verificación del Informe de Notificación de Emisiones.
 - Código de referencia del Informe de Verificación.
 - Identificación inequívoca del Informe de Notificación de Emisiones (por ejemplo, mediante la fecha de firma del representante legal).
 - Identificación inequívoca del Informe de Notificación de Emisiones del año anterior.
 - Período de referencia de las emisiones verificadas, con objeto de identificar que se cumplen los períodos de aplicación del régimen de comercio en aquellos casos en los que se producen entradas en funcionamiento de nuevas instalaciones o ampliaciones de instalaciones existentes, cese de actividad o cierres de instalaciones. Deberán indicarse las fechas de inicio y fin del período de referencia desde (dd/mm/aa) hasta (dd/mm/aa). En el caso de que existan distintos períodos para distintas partes de la instalación, deberá quedar indicado detalladamente.

3. Resultados del proceso de verificación

- Emisiones Verificadas (t CO₂).
- Descripción de la metodología de verificación: análisis estratégico, análisis de riesgos, plan de verificación y muestreo y muestreo, análisis de procesos.
- Listado y descripción de las INEXACTITUDES IMPORTANTES detectadas durante el proceso de verificación.
- Listado y descripción de las IRREGULARIDADES IMPORTANTES detectadas durante el proceso de verificación.
- Listado y descripción de las INEXACTITUDES NO IMPORTANTES detectadas durante el proceso de verificación.
- Listado y descripción de las IRREGULARIDADES NO IMPORTANTES detectadas durante el proceso de verificación.



- Evaluación de la situación de las No Conformidades y Observaciones recogidas en el Informe de Verificación del año anterior.
- Listado de los registros evaluados durante la verificación.
- De forma optativa, el verificador podrá realizar las observaciones que estime oportunas para la mejora del seguimiento de las emisiones según su juicio técnico.

4. Dictamen de verificación

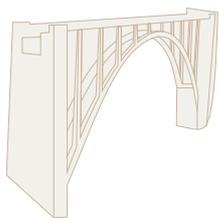
Se concluirá con una de las siguientes opciones:

- **Verificado como satisfactorio.** El informe anual de emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio porque, a juicio del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud y que en el informe no existen irregularidades.
- **Verificado como satisfactorio con irregularidades o inexactitudes no importantes.** El informe anual de emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio porque, a juicio del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud importante y que en el informe no existen irregularidades importantes, aunque sí se detectan irregularidades o inexactitudes no importantes. Las irregularidades e inexactitudes se detallan en el apartado correspondiente.
- **Verificado como no satisfactorio.** El informe presentado por el titular, a juicio del verificador, presenta irregularidades importantes o inexactitudes importantes. Las irregularidades e inexactitudes se detallan en el apartado correspondiente. En cualquiera de los casos en los que existan irregularidades o inexactitudes, deberá quedar debidamente justificada su calificación como Importante o cómo no Importante.

Otras consideraciones

- El Informe de Verificación deberá estar firmado por el auditor jefe de la verificación, y por el revisor técnico. El auditor jefe de la verificación hará constar que el Informe de Notificación de Emisiones de la instalación, debidamente identificado (por ejemplo mediante la fecha de firma del representante legal), se ha verificado de acuerdo con los requisitos establecidos en la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) en vigor, con la Ley 1/2005, con el Real Decreto 1315/2005, y con la Decisión 2007/589/CE, y bajo el alcance de la acreditación en vigor.

Si el formato del verificador para redactar el Informe de Verificación no incluye la totalidad de la información requerida, el verificador deberá, además, cumplimentar el **Informe de Verificación de**



emisiones de gases de efecto invernadero, con el formato propio de la Consejería de Medio Ambiente, que sí incluye la totalidad de la información requerida (*Ver Anexo VII. Informe de Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Formato de la Consejería de Medio Ambiente de la presente guía*).

4.3 Entidades para la verificación de Informes de Notificación de Emisiones

A los efectos del RD 1315/2005, un **organismo de acreditación** es una entidad, pública o privada, sin ánimo de lucro, designada expresamente por el órgano autonómico competente, en este caso la Consejería de Medio Ambiente, para realizar la acreditación, o reconocimiento formal de la competencia de un **verificador** para operar en el ámbito obligatorio de la verificación de los informes sobre emisiones de gases de efecto invernadero.

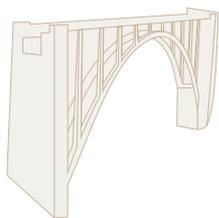
Un **verificador** es un organismo de verificación competente, independiente y acreditado para llevar a cabo el proceso de verificación del informe anual de emisiones de gases de efecto invernadero al que hace referencia el artículo 22 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, de acuerdo con los requisitos establecidos en el Anexo IV de dicha ley, el RD 1315/2005 y la demás normativa aplicable y específicamente los de las normas UNE-EN ISO/IEC 17020 y la guía EA 6/03.

Podrán verificar los Informes de Notificación de Emisiones anuales todos los verificadores acreditados por el organismo de acreditación designado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Dicho organismo es la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) (ORDEN de 9 de octubre de 2006, por la que se designa a la Entidad Nacional de Acreditación como organismo de acreditación de verificadores de emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía).

El listado de los Verificadores de Informes de Emisiones de Gases Efecto Invernadero acreditados por ENAC, así como los sectores de actividad comprendidos dentro de la acreditación se puede consultar en su página web: www.enac.es

No obstante lo anterior:

- Un verificador acreditado en otra comunidad autónoma podrá realizar tareas de verificación en Andalucía, siempre que comunique su intención a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía con una antelación mínima de un mes y aporte la documentación que pruebe que dispone de una acreditación en vigor emitida con respecto a los criterios y requisitos establecidos en el Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.



- Los verificadores acreditados en otro Estado miembro de la Unión Europea en el ámbito de aplicación del artículo 15 de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, podrán verificar las emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones ubicadas en Andalucía, siempre que comuniquen su intención a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía con una antelación mínima de tres meses y aporten la documentación que pruebe que disponen de una acreditación en vigor emitida con respecto a criterios y requisitos similares, como mínimo, a los establecidos en el Real Decreto 1315/2005, y siempre que la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía no adopte una resolución expresa motivada en sentido contrario.

4.4 Elementos clave en el proceso de verificación

A continuación se destacan aquellos elementos y aspectos que, por su relevancia, se consideran clave dentro del proceso de verificación.

4.4.1 Autorización de Emisiones y Plan de Seguimiento

Especialmente importante dentro del proceso de verificación es el estudio de la AEGEI y el Plan de Seguimiento.

En la AEGEI se recoge la descripción de la metodología de seguimiento de emisiones y de suministro de información propia de cada instalación. Con carácter general la Autorización de emisiones es el documento donde se establecen los requisitos de aplicación por instalación.

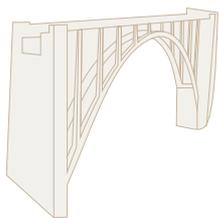
El verificador debe comprobar la adecuación de las instalaciones, metodologías empleadas, empleo de combustibles, etc., a las condiciones descritas en la/s Autorización/es de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) en vigor durante el período de notificación, y nunca sobre solicitudes de autorización o modificaciones de la misma propuestas por la organización a la Consejería de Medio Ambiente, si no existe constancia documental de la aprobación por ésta.

Consideraciones generales sobre la AEGEI

A continuación se relacionan una serie de posibles situaciones que se pueden presentar con respecto a la AEGEI y el Plan de Seguimiento:

A. Variación de las condiciones de la AEGEI para una misma instalación durante el período de notificación

En este caso, debe realizarse la verificación contra las autorizaciones vigentes para cada uno de los intervalos dentro del período de notificación.



B. La metodología de seguimiento empleada es diferente a la aprobada en la AEGEI

Se deberán consignar como irregularidades las discrepancias encontradas. Además, el verificador deberá valorar si estas irregularidades contribuyen de forma importante al cálculo final de emisiones a fin de emitir el dictamen de verificación (el verificador deberá comprobar que se conoce la incertidumbre de la metodología de cálculo empleada, se cumplen los niveles de planteamiento asignados y se garantiza el cumplimiento del grado de importancia definido).

C. El empleo de combustibles no incluidos en la AEGEI

El empleo de combustibles no autorizados se tratará como irregularidad con carácter general. No obstante, cabe indicar que la cantidad de combustible no autorizado y, la consecuente cantidad de emisiones de CO₂ generadas, determinará si se trata de una irregularidad importante o no importante.

Cabe indicar que en el Informe de Notificación de Emisiones deberán consignarse los datos debido al consumo de este combustible.

La metodología a emplear para la estimación de las emisiones será acorde a lo que dicta la Decisión 2007/589/CE en función de la contribución de dicho flujo al total.

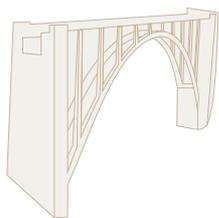
D. Existencia de fuentes de emisión no contemplados en la AEGEI

La existencia de fuentes de emisión no contempladas en la AEGEI se tratará como irregularidad con carácter general y requerirá una actuación análoga a la descrita en el apartado C.

E. Combustible comercial estándar y combustible objeto de intercambio comercial. Consideraciones generales.

Según especifica la Decisión 2007/589/CE:

- **Combustible comercial estándar:** combustible comercial normalizado a nivel internacional cuyo valor calorífico presente en un intervalo de confianza al 95% como máximo del $\pm 1\%$ de su valor especificado, incluidos el gasóleo, el fuel oil ligero, el petróleo lampante, el queroseno, el etanol, el propano y el butano.
- **Combustible objeto de intercambio comercial:** combustibles de composición especificada objeto de comercio frecuente y libre, si la partida específica ha sido comercializada entre partes económicamente independientes, incluidos todos los combustibles comerciales normales, el gas natural, el fuelóleo pesado y ligero, el carbón y el coque de petróleo.



Ambas definiciones no son excluyentes entre sí: un combustible puede ser comercial estándar y objeto de intercambio comercial a la vez.

La consideración de cualquier combustible como de uno u otro tipo es potestad de la Consejería de Medio Ambiente y debe quedar recogida en la correspondiente AEGEI.

Esta autorización a considerar un combustible como comercial estándar o como objeto de intercambios comercial conlleva una serie de ventajas:

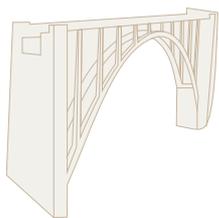
- La consideración de un combustible como comercial estándar es muy favorable, especialmente para las instalaciones grupo C de combustión (ver Cuadro 1 de la Decisión 2007/589/CE), ya que:
 - Para la determinación del valor calorífico neto (VCN) puede autorizarse el empleo del dato incluido en los registros de compra (2b) o los datos del Inventario Nacional (2a), en lugar del empleo de laboratorio acreditado por la UNE EN ISO/IEC 17025.
 - Para la determinación del factor de emisión (FE) puede autorizarse el empleo de datos provenientes del Inventario Nacional (2a), en vez de la determinación de este parámetro con laboratorio acreditado por la UNE EN ISO/IEC 17025.
- En el caso de considerarlo como un combustible objeto de intercambio comercial, la Consejería de Medio Ambiente puede autorizar la determinación de la cantidad consumida a partir de las facturas sin necesidad de otras pruebas de incertidumbres asociadas al dato de actividad, siempre que la legislación nacional o la aplicación acreditada de normas nacionales o internacionales pertinentes garantice que se cumplen los requisitos de incertidumbre correspondientes para los datos de actividad respecto a las transacciones comerciales.

F. Flujos fuente secundarios y flujos fuente de mínimos. Empleo de niveles de planteamiento autorizados.

Los niveles de planteamiento autorizados definirán la metodología de seguimiento de las emisiones a aplicar. Los diversos niveles representan diferentes grados de precisión en los datos obtenidos por el titular. Dos instalaciones que utilicen la misma combinación de niveles de planteamiento tendrán metodologías de seguimiento equivalentes en cuanto a la precisión de sus datos.

El nivel de planteamiento unitario (NP=1) es el nivel con una precisión inferior. A un mismo nivel, por ejemplo 2 las opciones 2a y 2b representan métodos alternativos pero con la misma precisión.

El órgano competente es el responsable de aprobar la combinación de niveles de planteamiento a aplicar por el titular, que son los que constan en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.



La Decisión 2007/589/CE establece que el titular debe utilizar los niveles de planteamiento más altos siempre que éstos no sean técnicamente y/o económicamente inviables. Asimismo, en dicha decisión se especifica:

- **Flujos fuente secundarios:** Flujos fuente seleccionados por el titular para que emitan conjuntamente como máximo 5.000 toneladas de CO₂ procedente de combustibles fósiles al año o contribuyan en menos de un 10 % (hasta una contribución máxima anual de 100.000 toneladas de CO₂ procedente de combustibles fósiles) a las emisiones anuales totales de CO₂ procedente de combustibles fósiles de una instalación antes de descontar el CO₂ transferido, considerándose la cifra más alta en emisiones absolutas.

En caso de que la organización pueda emplear un planteamiento de flujos fuente secundarios, el titular de la instalación puede **emplear los niveles de planteamiento 1 establecidos en el cuadro 1 de la Decisión 2007/589/CE (Tablas 1 y 2 del presente documento) para el cálculo de sus emisiones, siempre previa autorización por parte de la Consejería de Medio Ambiente.**

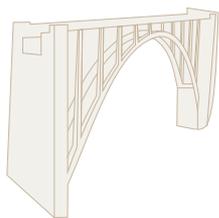
- **Flujos fuente de mínimos:** grupo de flujos fuente secundarios seleccionado por el titular, que emite conjuntamente como máximo 1.000 toneladas de CO₂ procedente de combustibles fósiles al año o que contribuye en menos de un 2% (hasta una contribución máxima anual de 20.000 toneladas de CO₂ procedente de combustibles fósiles) a las emisiones anuales totales de CO₂ procedente de combustibles fósiles de esa instalación antes de descontar el CO₂ transferido, considerándose la cifra más alta en emisiones absolutas.

En el caso de que la organización pueda emplear un planteamiento de flujo fuente de mínimos, el titular de la instalación puede **emplear su propia metodología para el cálculo de sus emisiones, siempre previa autorización por parte de la Consejería de Medio Ambiente.**

G. Uso de factores de emisión, factores de oxidación o cualquier otro dato del Inventario Nacional.

El empleo de factores de emisión (FE), factores de oxidación (FO) o cualquier otro dato del Inventario Nacional esta sujeto a la autorización por parte de la Consejería de Medio Ambiente.

- Si la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) incluye de forma concreta los valores a emplear, éstos son los que se deben considerar de aplicación para la instalación.
- Si la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) no recoge valores concretos y se remite al Inventario Nacional, deberán considerarse de aplicación para la instalación, si el nivel de planteamiento así lo establece, los datos actualizados del Inventario Nacional.



El Inventario Nacional es actualizado periódicamente por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y aunque es editado durante el transcurso del período de notificación debe entenderse de aplicación para dicho período completo.

En la elección de los factores de las citadas tablas se debe tener siempre en consideración que, como criterio general, no se podrán aplicar dobles oxidaciones. Es decir, si se aplica el factor de emisión (con factor de oxidación implícito) no se vuelva a aplicar el factor de oxidación indicado.

Consideraciones generales sobre el Plan de Seguimiento

Los contenidos mínimos del Plan de Seguimiento se detallan en el apartado 3.6 del presente documento.

El verificador tiene que asegurarse de que existe una trazabilidad de la versión utilizada en el Plan de Seguimiento con la aprobación de órgano competente. En todo caso deberá quedar constancia de la versión exacta del Plan de Seguimiento utilizado para el período de notificación, tanto en el informe anual de emisiones como en los informes del verificador.

4.4.2 Proceso productivo

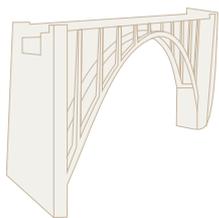
Otro de los puntos clave en el proceso de verificación es que el verificador conozca con profundidad las instalaciones objeto de la verificación y el proceso productivo. Para ello deberá disponer de planos de las instalaciones y diagramas de proceso que le permitan identificar los flujos fuente y los equipos de medida afectados por la verificación.

Este ejercicio sirve para **conocer el grado de adecuación de la instalación a la Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) objeto de la verificación**. Se debe reflejar en el Informe de Verificación las fechas del Acta de puesta en marcha en instalaciones y ampliaciones que hayan entrado en funcionamiento dentro del período de notificación. El documento de referencia es el “Certificado de puesta en funcionamiento de la instalación a efectos de inicio de aplicación del régimen del comercio de emisiones” emitido por la Consejería de Medio Ambiente. En este caso, los datos objeto de la notificación y verificación son los obtenidos desde esa fecha hasta el final del período de notificación. Además el Informe de Verificación debe reflejar cualquier circunstancia ocurrida en la instalación durante dicho período (por ejemplo, paradas, averías, combustibles no empleados, etc.).

4.4.3 Adquisición y tratamiento de datos y sistemas de control

La instalación deberá tener implantado y documentado:

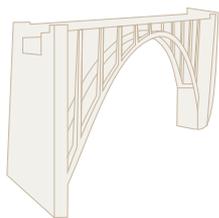
- Un **sistema de adquisición y tratamiento de datos**, desde la toma de cada dato hasta la elaboración del Informe de Notificación de Emisiones (medición, seguimiento, análisis, registro, procesamiento y cálculo de parámetros).



- Un **sistema de control** para garantizar que el Informe de Notificación de Emisiones elaborado, una vez tratados todos los datos, no contiene inexactitudes y es conforme a la AEGERI y el Plan de Seguimiento aprobado por la Consejería de Medio Ambiente.

Para ello, el verificador deberá comprobar que **existen protocolos o procedimientos escritos** que incluyan:

- La secuencia e interacción de las actividades de adquisición y tratamiento de datos, y una descripción de los métodos de cálculo o medición utilizados.
- Una metodología para determinar dónde se encuentran los puntos débiles en el proceso de adquisición y tratamiento de datos (metodología para evaluar los riesgos inherentes).
- Las actividades de control para minimizar el efecto de los puntos débiles identificados. Estas actividades de control serán al menos las siguientes:
 - Gestión de las competencias necesarias para asumir las responsabilidades asignadas.
 - Control de los equipos de seguimiento y medición (para asegurar que los equipos empleados se calibran, ajustan y comprueban a intervalos periódicos y planificados).
 - Control de las aplicaciones informáticas empleadas. En el caso de que el titular utilice técnicas informáticas en alguna fase de su sistema de gestión de datos, debe asegurarse que se garantiza un tratamiento fiable, exacto y oportuno de los datos, mediante el correspondiente diseño, documentación y controles del propio sistema informático.
 - Revisión y validación de los datos. Deben estar definidos los criterios de aceptación o rechazo de los datos.
 - Control de los procesos externalizados (procesos en el flujo de datos que han decidido externalizar).
 - Establecimiento de acciones correctivas en el caso de detectar incumplimientos. Se deberá, por un lado, establecer la acción reparadora inmediata del incumplimiento detectado y, por otro lado, analizar las causas que han originado el incumplimiento y tomar las medidas correctivas oportunas para eliminar las causas determinadas.
 - Control de los registros y la documentación. Los registros y documentación empleadas por el titular para el cálculo de las emisiones de CO₂ deben conservarse por un período no inferior a 10 años. Además de un procedimiento para identificar, producir, distribuir y controlar la versión vigente de los documentos.



- Realización de auditorías internas. El titular ha llevado a cabo auditorías internas para evaluar el sistema de control establecido.

Todos los procedimientos y actividades anteriores deberán tener perfectamente definidos y documentados: las responsabilidades, los registros que se generan, los sistemas de información empleados (si procede), relaciones con otros procesos y/o actividades (las salidas de un proceso son las entradas de otro) y la frecuencia de realización (si procede).

El sistema de control puede referirse a otros procedimientos y documentos, por ejemplo los incluidos en los sistemas de gestión según el Reglamento EMAS (Sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales), ISO 14001 (Sistema de gestión medioambiental), ISO 9001 (Sistema de gestión de la calidad) y en los sistemas de control financiero. En caso de que se haga esa referencia, el titular de la instalación velará por que figuren en el sistema aplicado los requisitos del Plan de Seguimiento y de la Autorización de emisiones de gases de efecto invernadero (AEGEI) aprobados por la Consejería de Medio Ambiente y las directrices de la Decisión 2007/589/CE.

Con carácter general, el verificador debe comprobar la eficacia de las metodologías elegidas por la organización. Si durante el proceso de verificación se encuentran desviaciones, se entenderá que la sistemática de verificación interna elegida por la organización no ha resultado eficaz para conseguir los objetivos esperados.

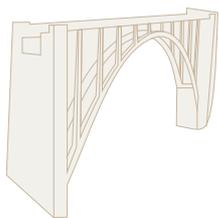
4.4.4 Equipos de medición

La gestión de los equipos de medición necesarios para el cálculo de las emisiones debe estar documentada y asegurar que éstos se encuentran correctamente identificados, se calibran, ajustan y comprueban a intervalos periódicos adecuados y se emplean patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales. De las actividades de calibración planificadas por la instalación se debe conocer las incertidumbres asociadas a todos los equipos empleados en la medición de datos que se consideren en el cálculo de emisiones de CO₂, al objeto de asegurarse el cumplimiento de los niveles de planteamiento asignados para los datos de actividad.

Los principales equipos empleados para la obtención de datos necesarios en el cálculo de las emisiones están recogidos en la correspondiente AEGEI aprobada para la instalación por la Consejería de Medio Ambiente.

La AEGEI recoge el tipo de medidor, modelo y especificación, el flujo fuente al que está asociado, la ubicación, las unidades en las que mide, la frecuencia de calibración¹⁰/verificación, el tipo de comprobación y la incertidumbre máxima permitida para el equipo.

¹⁰ Las frecuencias de las confirmaciones metrológicas periódicas, para los equipos de medida de gas, cumplirán con lo establecido en el apartado 6.2 de la Resolución de 13 de marzo de 2006, de la Dirección general de Política Energética y Minas, por la que se establecen los protocolos de detalle de las Normas de Gestión del Sistema Gasista.



El titular deberá aportar las evidencias necesarias para demostrar el cumplimiento de los requisitos contemplados en la AEGEI asociados a los equipos de medición.

El verificador debe revisar si:

- El equipo de medición está calibrado, ajustado y revisado, de acuerdo con el procedimiento establecido en la AEGEI.
- La calibración se ha realizado en las condiciones que el equipo opera. Además, se comprobará que el rango de la calibración incluye el rango de utilización del equipo.
- El titular de la instalación ha considerado todas las contribuciones en el cálculo de la incertidumbre.
- El cálculo de la incertidumbre se ha llevado a cabo correctamente, de forma documentada, y cumple con la incertidumbre máxima permitida.

Asimismo, existen otros equipos que, a pesar de no aparecer en la AEGEI, son necesarios para el cálculo de las emisiones y que también deberán estar contemplados en el proceso de aseguramiento y control de la calidad. Por ejemplo, suele ser el caso de los equipos de laboratorio para la determinación de parámetros y características de los combustibles empleados. Es el caso de las balanzas, bombas calorimétricas, estufas, etc.

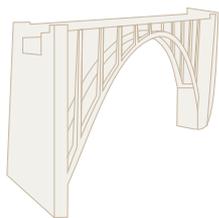
En caso de que se realicen las calibraciones de los equipos externamente, deberán realizarse en los intervalos planificados y se deberá evidenciar que la organización dispone del correspondiente certificado de calibración que incluya la incertidumbre y trazabilidad hacia patrones o referencias empleadas. En caso de que los equipos de medida sean ajenos a la instalación, ésta deberá disponer de los correspondientes certificados de calibración.

En cuanto a las responsabilidades del seguimiento y calibración de equipos de medida, deberán estar definidos y documentados por la organización.

Si el verificador encuentra deficiencias en el plan de mantenimiento y calibración de los equipos de medición, aunque éstas no sean importantes para su efecto en las emisiones globales, tendrán que proponerse las opciones de mejora en el informe de verificación, para que puedan ser aplicadas por el titular.

Los certificados de calibración deberán comprobarse, documentalmente, prestando especial atención a la acreditación del laboratorio, para realizar estas calibraciones y:

- La identificación del equipo.



- El rango de medida de calibración (que incorpore el rango de trabajo).
- Las fechas de realización de la prueba.
- El resultado.
- La incertidumbre.

Fallos de los equipos de medición

Un equipo de medición puede dejar de utilizarse temporalmente por causas imprevistas o por necesidad (por ejemplo, traslado del equipo por calibración externa). En este caso, el verificador comprobará que el titular dispone de una alternativa para estimar el consumo de aquel combustible o material y está documentada en su plan de seguimiento, y que el titular ha comunicado la incidencia al órgano competente, el cual podrá ocasionalmente aprobar un nivel de planteamiento inferior, si procede.

El verificador se asegurará de que la estimación de combustible o material para el período durante el cual no se ha dispuesto del dispositivo de medición habitual, se ha realizado correctamente y de acuerdo con lo establece el plan de seguimiento. En caso de que no exista una alternativa aprobada, el verificador evaluará la importancia que representa esta estimación respecto del dato anual de emisiones.

Localización y propiedad de los equipos de medición

Los equipos de medición pueden encontrarse fuera del acceso del titular de la instalación y/o ser propiedad del titular de la instalación a verificar.

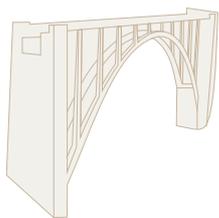
El verificador tendrá que poder comprobar el mantenimiento, calibración y verificación de los equipos utilizados, independientemente de la titularidad y localización de éstos. Es responsabilidad del titular disponer de estos documentos.

Incertidumbre

La Decisión 2007/589/CE establece unas incertidumbres permisibles para cada uno de los niveles de planteamiento en la obtención de los datos de actividad.

La incertidumbre del dato de actividad debe ser determinada por el titular de la instalación para cada flujo de combustible o material correspondiente, con el fin de asegurar que se cumple la correspondiente al nivel de planteamiento autorizado.

El titular facilitará una **prueba escrita** del nivel de incertidumbre asociado a la determinación de los datos de la actividad respecto a cada flujo fuente para demostrar que se cumplen los umbrales de in-



certidumbre previstos en el Anexo II, referentes a emisiones de combustión, así como los umbrales de incertidumbres del Anexo VII, para fabricación de cemento, de la Decisión 2007/589/CE.

Si son varios los equipos empleados para la obtención de los datos de actividad en una instalación se tendrá en cuenta la incertidumbre agregada considerando la incertidumbre de cada uno de los equipos empleados.

Combustibles o materiales objeto de intercambios comerciales

Por lo que se refiere a los combustibles o materiales objeto de intercambios comerciales, la Consejería de Medio Ambiente **puede autorizar la determinación del flujo anual de combustibles o materiales por parte del titular sobre la base únicamente de la cantidad facturada de combustible o material sin necesidad de otras pruebas de las incertidumbres asociadas**, siempre que la legislación nacional o la aplicación acreditada de normas nacionales o internacionales pertinentes garantice que se cumplen los 70 requisitos de incertidumbre correspondientes para los datos de la actividad respecto a las transacciones comerciales.

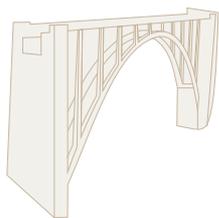
Comentar que, independientemente de que se haya considerado como “combustible o material objeto de intercambios comerciales” a un determinado combustible empleado por la instalación, y que la legislación nacional o la aplicación acreditada de normas nacionales o internacionales pertinentes garantice que se cumplen los requisitos de incertidumbre correspondientes para los datos de actividad respecto a las transacciones comerciales, **si la AEGEI recoge requisitos relacionados con la calibración / verificación de los equipos que intervienen en el seguimiento y medición de dicho combustible, la instalación deberá demostrar el cumplimiento de dichos requisitos y de los valores de incertidumbre aplicables.**

4.4.5 Uso de facturas en los datos de actividad

Los datos de actividad se obtienen en muchos casos de facturas de proveedores externos. Estos datos acostumbran a considerarse como una fuente de bajo riesgo.

Los puntos más importantes a considerar por el verificador son:

- Asegurar que la factura representa la totalidad del consumo de combustible o material incluido en el seguimiento de emisiones.
- Asegurar que las facturas se cierran correctamente para el período de notificación en cuestión o se establecen y documentan los criterios pertinentes para resolverlo.
- El origen de los datos facturados, es decir, cuál es el equipo de medición utilizado para obtener los datos y poder comprobar si se calibra, mantiene o verifica adecuadamente.



- Asegurar que se obtienen los consumos en las unidades correctas, tanto si se trata de unidades másicas o volumétricas como de unidades energéticas.

4.4.6 Uso de biomasa

El consumo de biomasa pura o de una fracción de biomasa también debe quedar aprobado en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.

Los datos de actividad asociados a combustible puros en biomasa tienen que notificarse en el informe anual de emisiones realizado por el titular. No obstante, éstos sólo tienen un fin informativo porque las emisiones asociadas se consideran neutras en CO₂. Es decir, el factor de emisión para la biomasa pura es siempre nulo, y por tanto, no hay emisiones computables para el consumo de biomasa pura.

El verificador tiene que comprobar que el titular ha hecho el seguimiento de los datos de actividad de la biomasa de acuerdo con la metodología establecida en el plan de seguimiento aprobado.

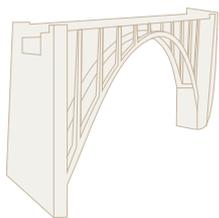
Cuando se trate de combustibles, con parte fósil y parte de biomasa, no pueden aplicarse niveles de planteamiento inferiores a los mínimos de la Decisión o propios, y se tratará el seguimiento de sus datos de actividad, tal como se haría para cualquier otro combustible fósil. La diferencia es que adicionalmente habrá que calcular el porcentaje de biomasa de acuerdo con los requisitos de la Decisión 2007/589/CE contenida en el combustible y esta parte no producirá emisiones computables al valor anual de las emisiones de GEI dentro del EU ETS.

El procedimiento específico para determinar la fracción de biomasa de un combustible o material específico, incluido el procedimiento de muestreo, quedará establecido en el Plan de Seguimiento aprobado.

Cabe indicar que el combustible o material se considerará biomasa pura si el contenido que no es biomasa equivale como máximo al 3 % de la cantidad total del combustible o material considerado.

4.4.7 Recurso a laboratorios acreditados/no acreditados con la UNE EN ISO/IEC 17025

Tal como se detalla en el apartado 3.4.2 del presente documento, en el Anexo II de la Decisión 2007/587/CE se indica que aquellas instalaciones cuya estimación de emisiones de combustión se realice con nivel de planteamiento 3 asignado para la determinación del Valor Calorífico Neto (VCN), del Factor de Emisión (FE) y del Factor de Oxidación (FO), deben recurrir a laboratorios acreditados con la norma UNE EN ISO/IEC 17025 para la determinación de dichos parámetros. De igual forma, según el Anexo VII de la Decisión, deben recurrir a laboratorios acreditados en el caso de que para la estimación de las emisiones de proceso se recurra a un nivel de planteamiento 3 para el Factor de Emisión (FE) y un nivel de planteamiento 2 para el Factor de Conversión (FC). No obstante, la falta de laboratorios acreditados



con la norma ISO 17025 para la determinación de dichos parámetros permite recurrir a laboratorios no acreditados si se cumplen los siguientes requisitos:

- El laboratorio empleado demuestra que sus criterios de gestión de la calidad son equivalentes a los previstos en la UNE EN ISO/IEC 17025. Por ejemplo, mediante la certificación acreditada según la norma UNE EN ISO 9001.
- El laboratorio empleado ha validado los métodos analíticos a emplear con un laboratorio acreditado con la norma UNE EN ISO/IEC 17025.
- El laboratorio empleado realiza, al menos una vez al año, una intercomparación de los resultados de los métodos analíticos con un laboratorio acreditado con la norma UNE EN ISO/IEC 17025.

4.4.8 Planteamientos alternativos

Cuando para una instalación es técnicamente inviable y/o da lugar a costes irrazonables aplicar el nivel de planteamiento 1 a todos los flujos fuente (excepto los de mínimos), el titular puede aplicar un planteamiento alternativo basado en umbrales mínimos de incertidumbre.

El uso de planteamientos alternativos está sujeto a aprobación por parte de la Consejería de Medio Ambiente.

Los umbrales mínimos de incertidumbre respecto al dato global de emisiones de gases de efecto invernadero de toda la instalación que deben respetar son:

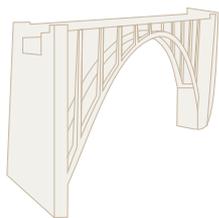
Tabla 27. Umbrales alternativos de incertidumbre globales

| Categoría de la instalación | Umbral de incertidumbre que debe cumplir el valor total de las emisiones anuales |
|-----------------------------|--|
| Categoría A | ±7,5% |
| Categoría B | ±5% |
| Categoría C | ±2% |

El análisis de la incertidumbre asociada al dato global de emisiones debe adjuntarse al Informe de Notificación de Emisiones y será objeto de verificación. Además el verificador debe hacer mención explícita a esta cuestión como observación en el Informe de Verificación.

4.5 Principales desviaciones detectadas durante el primer período de vigencia de comercio de derechos de emisión

Durante los procesos de verificación de los Informes de Notificación de Emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al primer período de vigencia de comercio de derechos de emisión, se



detectaron una serie de desviaciones (inexactitudes e irregularidades) comunes a distintos sectores y niveles de emisión.

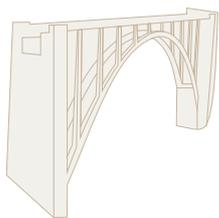
Cabe recordar que una desviación se clasifica, según su naturaleza, en:

- **Inexactitud:** desviación relacionada con una omisión, tergiversación, o error en el tratamiento de los datos.
- **Irregularidad:** desviación que tiene su origen en un incumplimiento de los requisitos establecidos en la Autorización de Gases de Efecto Invernadero (AEGEI) en vigor y el Plan de Seguimiento de la instalación aprobado por la autoridad competente. A continuación se muestran las principales desviaciones detectadas:

A continuación se muestra las principales desviaciones detectadas:

Irregularidades

- Irregularidades relacionadas con los parámetros característicos de los combustibles (Valor Calorífico Neto, Factor de Emisión y Factor de Oxidación). Por ejemplo:
 - En contra de lo establecido en la AEGEI, no se presenta evidencia que demuestre que el laboratorio que realiza las determinaciones analíticas del Valor Calorífico Neto del combustible sólido XX esté acreditado según la UNE EN ISO 17025.
 - En contra de lo establecido en la AEGEI, para el cálculo de las emisiones debidas al consumo del combustible líquido XX se está tomando el FE determinado analíticamente en el laboratorio en vez de emplear los valores del Inventario Nacional más reciente presentado en la secretaría de la CMNUCC.
 - En contra de lo establecido en la AEGEI, no se presenta evidencia que se hayan realizado las analíticas correspondientes para determinar los parámetros característicos de los combustibles.
- Irregularidades relacionadas con la calibración de los equipos que intervienen en la determinación de los consumos de los combustibles empleados. Por ejemplo:
 - No se presenta evidencia de la calibración de algunos equipos que intervienen en el cálculo de emisiones de CO₂ y, por tanto, no se ha podido evaluar el cumplimiento de las incertidumbres máximas permitidas recogidas en la AEGEI.
 - No se presenta evidencia de la calibración de la báscula del suministrador del combustible lí-

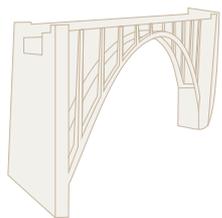


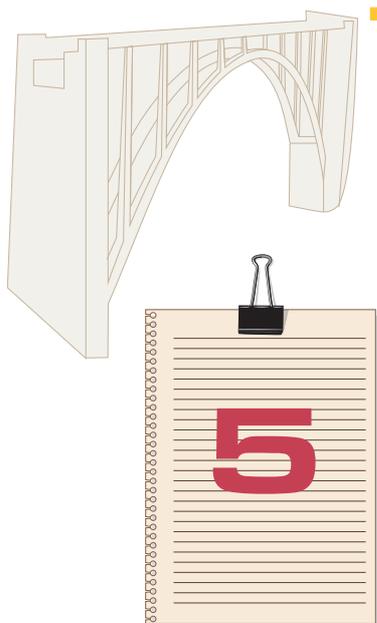
quido XX y, por tanto, no se ha podido evaluar el cumplimiento de las incertidumbres máximas permitidas recogidas en la AEGEI.

- En el informe de calibración del equipo XX, no se presenta evidencia de la trazabilidad de los patrones empleados en la calibración respecto a patrones reconocidos.
- Irregularidades relacionadas con la ausencia de datos por incumplimientos de las metodologías de cálculo autorizadas. Por ejemplo:
 - En contra de lo establecido en la AEGEI, la determinación del clinker no se realiza en las básculas indicadas en dicha autorización
- Irregularidades relacionadas con el empleo de combustibles no autorizados.
 - Durante el proceso de verificación, se detecta el consumo de los combustibles XX e YY no autorizados en la AEGEI.
 - No se evidencia que el Informe de Notificación de Emisiones recoja los datos correspondientes al combustible no autorizado XX: Datos de Actividad (Consumo y Valor Calorífico Neto), Factor de emisión, Factor de oxidación y Total de emisiones.
- Irregularidades relacionadas con la aplicación de la metodología de seguimiento.
 - En contra de lo establecido en la Decisión, no se presenta evidencia en el Informe de Notificación de Emisiones de la aplicación de varias metodologías, cuando la metodología ha sido modificada durante el período de notificación en relación con los niveles de planteamiento aplicables.
- Irregularidades relacionadas con los requisitos de incertidumbre.
 - La incertidumbre global calculada para el combustible es mayor que la incertidumbre recogida en la AEGEI.

Inexactitudes

- Inexactitudes relacionadas con la ausencia de datos debido a la existencia de averías en los equipos de medición. Por ejemplo:
 - Durante el período comprendido entre el día XX y el día YY, el contador volumétrico del combustible líquido ZZ ha estado averiado, no quedando registrado el consumo de combustible durante ese período.





Notificación

De conformidad con el artículo 22 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, el titular de la instalación deberá **remitir** a la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente correspondiente, **antes del 28 de febrero**,

el Informe de Notificación de Emisiones verificado sobre las emisiones del año precedente.

Para asegurar que el seguimiento y la notificación de las emisiones se realiza de manera exacta, y verificable de acuerdo con la Directiva 2003/87/CE, el titular ha de aplicar los principios de exhaustividad, concordancia, transparencia, veracidad, relación coste/eficacia, fidelidad y mejora de resultados en el seguimiento y la notificación de emisiones, contemplados en el punto 3 de la Decisión 2007/589/CE, de 18 de julio, 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.

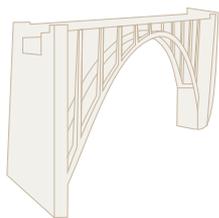
En relación con el seguimiento y la notificación de las emisiones, el titular deberá tener en cuenta aspectos recogidos en los apartados *4.4.3. Adquisición y tratamiento de datos y sistemas de control*, *4.4.4. Equipos de medición*, *4.4.5. Uso de facturas en los datos de actividad*, *4.4.6. Uso de biomasa*, *4.4.7. Recurso a laboratorios acreditados/no acreditados con la UNE EN ISO/IEC 17025*, *4.4.8. Planteamientos alternativos* y *4.5. Principales desviaciones detectadas durante el primer período de vigencia de comercio de derechos de emisión*.

5.1 Informe de Notificación de Emisiones

Las AEGEI emitidas por la Consejería de Medio Ambiente anexas un modelo sectorial de Informe de Notificación de Emisiones para cada instalación, basado en el formato de informe incluido en el punto 14 de la Decisión 2007/589/CE. Dicho modelo es el que debe emplearse para la redacción del Informe de Notificación de Emisiones, pudiéndose descargar de la página web de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía:

www.juntadeandalucia.es/medioambiente

La ruta de acceso a los modelos de informes es: “Información Ambiental” ⇒ “Aire” ⇒ “Emisiones a la atmósfera” ⇒ “Trámites administrativos” ⇒ “Formularios para la notificación de emisiones de gases de efecto invernaderos” ⇒ “Formularios para la notificación de emisiones de gases de efecto invernaderos. Actividad: Cemento”.



El modelo de Informe de Notificación de Emisiones para el sector cementero, consta de los siguientes apartados:

1. Identificación de la instalación.
2. Resumen de las actividades y emisiones y datos de producción dentro de una instalación.

Cabe indicar que la inclusión de datos relativos a la actividad como horas de producción, rendimientos o producción efectiva es muy importante, en línea con lo especificado en el artículo 22 del Anteproyecto de Ley relativo al comercio de derechos de emisión de GEI en su artículo 22 punto 1, donde se indica de forma explícita que el contenido mínimo del informe verificado de emisiones incluirá la información necesaria para determinar las emisiones por unidad de producto de la instalación.

3. Emisiones de combustión.
4. Emisiones de proceso/cemento.
5. Información adicional.

En este apartado se informará de los cambios temporales o permanentes de niveles, de los motivos de esos cambios, la fecha inicial de los cambios permanentes, y las fechas inicial y final de los cambios temporales.

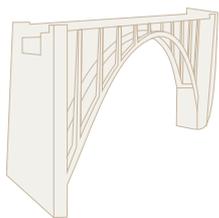
Asimismo, se indicarán todos los cambios producidos en la instalación durante el período de notificación que puedan ser importantes para el informe anual.

Por último, si se ha producido la certificación de la fecha de entrada en funcionamiento de la instalación o de una ampliación de la misma durante el período de notificación, se indicará la fecha a partir de la cual se ha realizado el seguimiento y cálculo de las emisiones de las fuentes o flujos fuente afectados por la entrada en funcionamiento.

En el Anexo V. Informe de Notificación de Emisiones. Formato de la Consejería de Medio Ambiente de la presente guía, se adjunta el modelo de Informe de Notificación de Emisiones para el sector de la fabricación del cemento.

Consideraciones para su correcta cumplimentación

- Si en el alcance de una AEGEI se incluye las instalaciones de dos o más organizaciones diferentes (con diferentes CIF), debe cumplimentarse un único Informe de Notificación de Emisiones cuyo alcance coincida con el de la citada Autorización. No obstante, aunque sea un único informe, la información correspondiente a cada instalación debe estar por separado.



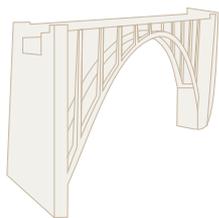
- El titular de la instalación empleará el formato de Informe de Notificación de Emisiones recogido en la AEGEI en vigor y no otro.
- El Informe de Notificación de Emisiones estará firmado por el representante legal/es de la instalación y fechado en todas sus páginas. El representante legal que debe aparecer en el Informe de Notificación de Emisiones debe ser el mismo que el aparece en la AEGEI en vigor. En el caso de que existan varios representantes legales con poder solidario, bastará con que firme uno de dichos representantes, en el caso de que existan varios representantes legales con poder mancomunado, deberán firmar todos ellos el Informe de Notificación de Emisiones.
- El verificador jefe deberá firmar y sellar el Informe de Notificación de Emisiones en todas sus páginas. Deberá ser el mismo verificador jefe que firma el Informe de Verificación.
- Junto a la firma del/los representantes legal/es y del verificador en el informe de emisiones, deberán aparecer los datos identificativos (nombres y D.N.I) de cada uno de ellos.
- El titular deberá cumplimentar adecuadamente los campos del Informe de Notificación de Emisiones: cumplimentación correcta y exacta en todos los campos, redondeos en las cifras totales y parciales de emisiones notificadas, etc.
- En Informe de Notificación de Emisiones debe incluir toda la información necesaria en relación con todos los flujos de combustibles y materiales empleados. En el Informe de Notificación de Emisiones deben aparecer:
 - Toda la información requerida relacionada con los flujos de combustibles autorizados.

En caso de que no se haya consumido algún combustible contemplado en la AEGEI, la instalación debe hacer referencia a dicho combustible e indicar un valor de cero en la casilla relativa al consumo de dicho combustible, además en el Informe de Verificación debe hacerse referencia a esta cuestión como una observación.

En caso de no haberse considerado algún combustible consumido en el Informe de Notificación de Emisiones, debe reflejarse como desviación en el Informe de Verificación.

- Toda la información requerida relacionada con los flujos de combustibles no autorizados.

Si se ha producido el consumo de combustibles no autorizados durante el período de notificación, éstos deben aparecer en el Informe de Notificación de Emisiones, debiéndose recoger la correspondiente desviación en el Informe de Verificación.



- Toda la información requerida relacionada con los flujos materiales autorizados.

En caso de no haberse considerado alguna materia prima en el Informe de Notificación de Emisiones, debe reflejarse como desviación en el Informe de Verificación.

- En el Informe de Notificación de Emisiones, las emisiones de combustión notificadas en tCO₂ deben coincidir con la operación: Consumo (C)*Valor Calorífico Neto (VCN)*Factor de Emisión (FE)*Factor de Oxidación/Conversión (FO/FC).
- En el Informe de Notificación de Emisiones, las emisiones de proceso notificadas en tCO₂ deben cumplir: Materiales consumidos*Factor de Emisión (FE)*Factor de Conversión (FC).
- El Informe de Notificación de Emisiones, deben reflejarse los diferentes parámetros en las unidades correspondientes (C, Valor Calorífico Neto, Dato de Actividad, Factor de Emisión, Factor de Oxidación/Factor de Conversión) según se indica en la AEGEI.
- En el Informe de Notificación de Emisiones, la suma de emisiones de combustión por fuente más la suma de emisiones de proceso por flujo de materia debe coincidir con la cifra final de emisiones notificadas.
- Existen requisitos establecidos en cuanto a las cifras significativas que debe contener la información numérica del Informe de Notificación de Emisiones:
 - Las cifras de toneladas de CO₂ emitidas del Informe de Notificación de Emisiones de la instalación deben estar redondeadas a un número entero, tanto las cifras parciales como las totales. No se acepta que en el Informe de Notificación de emisiones los valores de emisión calculados para cada fuente, así como el valor total de las emisiones de la instalación, se notifiquen con cifras decimales.
 - Los datos de actividad, los consumos de materias primas, los factores de emisión (FE) y los factores oxidación (FO) o factores de conversión (FC) se redondean de manera que incluyan sólo los dígitos significativos (no sólo los decimales) de forma coherente con el nivel de incertidumbre. Por ejemplo, sólo un total de cinco dígitos (por ejemplo, 1,2369) para un valor que presente una incertidumbre de ±0,01%.

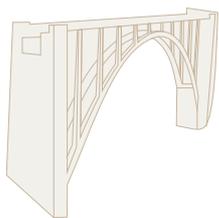


Tabla 28. Cifras significativas

| Incertidumbre | Datos significativos |
|---------------|----------------------|
| ±1% | 3 |
| ±0,1% | 4 |
| ±0,01% | 5 |
| ±0,001% | 6 |

5.2 Entrega de los Informes de Notificación y Verificación de Emisiones

Una vez verificado el Informe de Notificación de Emisiones de conformidad con lo dispuesto en el Anexo IV de la Ley 1/2005 por los organismos de acreditados, **el titular de la instalación deberá remitir al órgano autonómico competente, antes del 28 de febrero:**

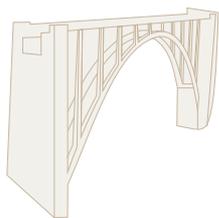
- El Informe de Notificación de Emisiones verificado sobre las emisiones del año precedente.

Es importante indicar que, tal como se ha comentado anteriormente, el Informe de Notificación de Emisiones detalla por separado las emisiones combustión y las emisiones de proceso, asociadas a la calcinación de los carbonatos presentes en las materias primas empleadas en la fabricación del clinker, al contenido de carbono orgánico en piedras calizas y pizarras, así como a la calcinación del polvo del horno de cemento o del polvo desviado o, en su caso, las procedentes del lavado de los gases residuales.

- El Informe de Verificación de emisiones de gases de efecto invernadero donde se consignan todas las desviaciones de este proceso, así como las observaciones que se consideren oportunas para la mejor comprensión y justificación del proceso de verificación realizado y se recoge el dictamen del verificador.
- Si el formato del verificador para redactar el Informe de Verificación no incluye la totalidad de la información requerida, el verificador deberá, además, cumplimentar y aportar e Informe de Verificación de emisiones de gases de efecto invernadero, con el formato propio de la Consejería de Medio Ambiente (ver Anexo VI “Informe de verificación de emisiones de gases de efecto invernadero. Formato de la consejería de medio ambiente”) de la presente guía.

Vías de remisión

El titular podrá optar por dos vías de remisión del Informe de Notificación de Emisiones y del Informe de Verificación de emisiones a la Consejería de Medio Ambiente:



1. Entrega por el propio titular en la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente.

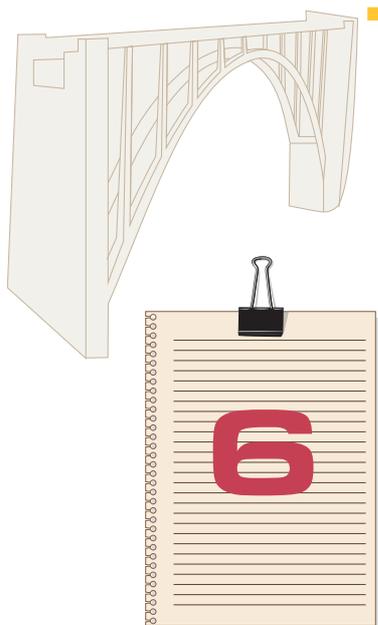
Se hará entrega de los informes en formato papel en los Registros de la Consejería de Medio Ambiente.

2. Entrega por el verificador de los informes, previa autorización por parte del titular.

Con el objeto de facilitar y agilizar el trámite administrativo, se ha habilitado por la Consejería de Medio Ambiente una aplicación informática en la página web de la misma, Audemis, en la que se puede realizar la entrega de los Informes de Notificación de Emisiones y de Verificación por parte de los organismos de verificación, que se identifican con certificado digital. Esta entrega, por vía electrónica sustituye a la entrega en papel en los Registros de la Consejería de Medio Ambiente a los efectos previstos en el Artículo 22 de la ley 1/2005, de 9 de marzo.

Para ello, es necesario que el titular de la instalación autorice al correspondiente organismo de verificación para que éste realice la entrega de los informes, para lo que deberá cumplimentar un modelo de Autorización al organismo de verificación como el que figura en el Anexo VII. *Autorización al organismo de verificación para la entrega de los Informes de Notificación y Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y documentos resultantes del proceso de verificación* de la presente guía. Dicha Autorización deberá ser incluida por el verificador junto con los informes y los documentos resultantes del proceso de verificación que ha de entregar antes del 28 de febrero.

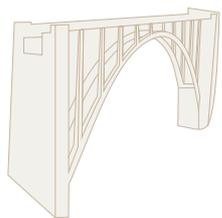
El acceso a la aplicación Audemis sólo está autorizado a organismos de verificación, y éste será mediante certificación electrónica. El acceso a la herramienta **sólo estará operativo** en el período definido para la realización de este trámite, es decir, **desde el 1 de enero al 28 de febrero** de cada año (al ser éste último día festivo en Andalucía, el plazo finaliza al siguiente día hábil).

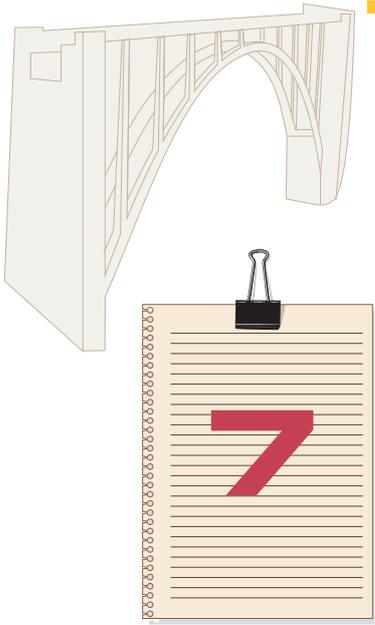


Validación

Cuando la CMA da su conformidad al informe anual de emisiones verificado de la instalación, procederá a inscribir antes del 31 de marzo el dato de emisiones en el Registro nacional de derechos de emisión. Si la CMA discrepara del informe verificado, notificará al titular de la instalación la existencia de discrepancias, la propuesta de resolución de éstas para poder considerar satisfactorio el informe y, en su caso, la estimación de emisiones. Examinadas las alegaciones del titular, la CMA resolverá e inscribirá en el registro el dato sobre emisiones de la instalación.

En los supuestos en los que el titular no remitiese el informe verificado en el plazo establecido en el artículo 22, la CMA procederá a la estimación de emisiones e inscribirá en la tabla de emisiones verificadas de RENADE el dato sobre emisiones de la instalación. La estimación de las emisiones se realiza en todos los casos de acuerdo con la metodología exigible al titular de la instalación afectada que consta en su Autorización.





Preguntas frecuentes

¿Qué es el Comercio Internacional de Derechos de Emisión?

El Comercio Internacional de Emisiones es el primero de los tres mecanismos de flexibilidad establecidos en el Protocolo de Kioto. El comercio de derechos de emisión es un instrumento de mercado, mediante el que se crea un incentivo o desincentivo económico que persigue un beneficio medioambiental: Que un conjunto de plantas industriales reduzcan colectivamente las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Actualmente existen mercados de emisiones que operan en distintos países y que afectan a diferentes gases. La Unión Europea puso en marcha el 1 de enero de 2005 el mercado de CO₂ más ambicioso hasta la fecha (Directiva 2003/87/CE, transpuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley 1/2005).

Cubre, en los 27 Estados miembros, las emisiones de CO₂ de las siguientes actividades: centrales térmicas, cogeneración, otras instalaciones de combustión de potencia térmica superior a 20MW (calderas, motores, compresores...), refinerías, coquerías, siderurgia, cemento, cerámica, vidrio y papeleras.

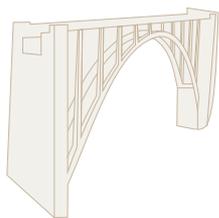
El régimen Comunitario de comercio de derechos de emisión afecta globalmente a:

- más de 10.000 instalaciones;
- más de 2.000 millones de toneladas de CO₂, en torno al 45% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la Comunidad.

¿Qué es el Régimen Europeo del Comercio de Derechos de Emisión de GEI?

Desde enero de 2005 está en marcha el Mercado Europeo de Derechos de Emisión, regulado por la Directiva de Comercio Europeo de Emisiones 2003/87/CE, de octubre de 2003. Este Mercado Europeo funciona de manera similar al Internacional, excepto por el hecho de que durante el período 2005-2007 se aplicó solamente al CO₂ y sólo a las emisiones generadas por determinados sectores industriales entre los que se incluyen, las refinerías de petróleo y las instalaciones de generación de energía eléctrica de más de 20 MW de potencia.

La Directiva europea de Comercio de Emisiones establecía que cada Estado miembro debía elaborar un Plan Nacional de Asignación que determinase la cantidad total de derechos de emisión que se asignan



para el período 2005-2007 a las instalaciones industriales pertenecientes a las categorías enumeradas en el Anexo I de dicha Directiva.

¿Cuáles son los elementos básicos del Régimen del Comercio de Derechos de Emisión?

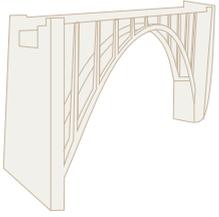
Los elementos básicos del Régimen del Comercio de Derechos son los siguientes:

- Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, con la que deben contar las instalaciones afectadas, y en la que se detalla la metodología de seguimiento de sus emisiones de GEI.
- Plan Nacional de Asignación, donde se reparten los derechos de emisión entre las instalaciones afectadas.
- El Registro Nacional de Derechos de Emisión, que recoge la contabilidad de los derechos de emisión de las instalaciones, y en el que se realizan las operaciones de transferencia de derechos.
- Procedimientos de seguimiento y verificación de emisiones, llevados a cabo por entidades acreditadas para asegurar la fiabilidad de los datos aportados por los titulares de las instalaciones.

¿Qué documentación se aportará junto a la solicitud de Autorización?

La solicitud irá acompañada de la siguiente documentación:

- Identificación y acreditación de ser titular de la instalación.
- Identificación y domicilio de la instalación.
- Descripción de la instalación para la que se solicita autorización, así como de sus actividades, incluyendo la tecnología utilizada.
- Las materias primas y auxiliares empleadas cuyo uso puede producir la emisión de los gases de efecto invernadero.
- Las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero.
- Las medidas previstas para realizar el seguimiento de las emisiones, de acuerdo con lo establecido en el Anexo III de la Ley 1/2005.
- Resumen explicativo de las medidas especificadas en el apartado 6.



Además, junto a la solicitud de Autorización, se ha de presentar la solicitud al Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, de la asignación de derechos de emisión para el período de vigencia del Plan Nacional de Asignación.

¿Se puede adjuntar documentación adicional a la solicitud de Autorización?

Sí. Se puede presentar cualquier información complementaria, adicional a los datos mínimos exigidos en el artículo 5 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo.

¿Es obligatorio presentar la solicitud de derechos de emisión cuando se solicita la Autorización?

Sí. De acuerdo con el artículo 19 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, la solicitud de derechos se presenta en la Consejería de Medio Ambiente en el momento de la solicitud de la Autorización. La Consejería de Medio Ambiente remite la documentación referente a la solicitud de derechos al MARM en el plazo máximo de 10 días después de otorgar la Autorización.

¿Existe un modelo obligatorio de solicitud de Autorización?

La Consejería de Medio Ambiente dispone de un modelo para la solicitud de Autorización pero no es de carácter obligatorio. Se puede solicitar a través del teléfono de atención 900 101128 o por correo electrónico: kioto.cma@juntadeandalucia.es

En el caso de las instalaciones de combustión (epígrafe 1.c), para determinar si están o no afectadas por el comercio de derechos, ¿se debe considerar la capacidad de producción o la producción real?

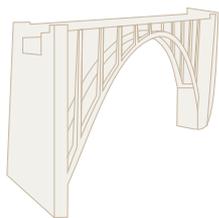
Se considera siempre la capacidad de producción, independientemente del aprovechamiento de esta capacidad.

¿Qué biomásas se consideran neutras respecto a las emisiones de CO₂?

Todas las incluidas en el punto 12 del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

¿Qué tratamiento reciben las instalaciones de combustión que sólo consumen biomasa?

Toda instalación donde se realice una actividad de las relacionadas en el Anexo I de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, modificada por el RDL 5/2005, de 11 de marzo, debe solicitar la Autorización de emisión de gases de Efecto invernadero, según el punto 1 del artículo 4 de la citada Ley. Por lo tanto, si una instalación de combustión supera los 20 MW de potencia térmica nominal, independientemente del combustible que utilice, el titular la instalación debe solicitar la AEGEI y la asignación de derechos.



¿Qué es el CO₂ transferido?

El CO₂ transferido es el que no se emite desde la instalación, sino que se transfiere fuera de ella como sustancia pura como componente de un material, o que se utiliza directamente como materia prima en un proceso.

¿Qué sucede si se retrasa la puesta en marcha de una nueva instalación más de tres meses desde la fecha prevista en la Autorización?

Según el artículo 7, apartado b, de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, la falta de puesta en funcionamiento de la instalación, transcurridos tres meses desde la fecha de inicio prevista en la Autorización, será motivo de extinción de la Autorización.

¿Qué sucede si se adelanta la puesta en marcha de una nueva instalación?

Una instalación no puede funcionar antes de la fecha prevista de puesta en marcha de su Autorización, ya que ésta entra en vigor a partir de esa fecha.

Según el artículo 29, de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, supone una infracción administrativa muy grave ejercer la actividad sin la preceptiva Autorización, y puede sancionarse con la extinción de la Autorización, lo que no eximirá al titular de entregar la cantidad de derechos equivalente al período de funcionamiento no autorizado.

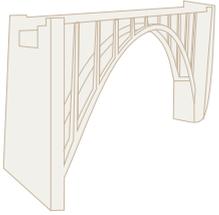
¿Qué es el Registro Nacional de Derechos de Emisión (RENADE)?

El sistema de registros está formado por los Registros Nacionales, el Diario Independiente de Transacciones de la CMNUCC (DIT, o ITL por sus singlas en inglés) y por el Diario Independiente de Transacciones Comunitario (DITC, o CITL por sus singlas en inglés).

Los registros nacionales tienen por objeto llevar cuenta exacta de la expedición, la titularidad, la transferencia y la cancelación de derechos de emisión. Por otro lado, el DIT, administrado por la secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, controla que todas operaciones realizadas entre registros, o dentro de un registro, se realicen de conformidad con la reglamentación aplicable.

A su vez, el DITC, gestionado por la Comisión europea, controla ciertas operaciones de ámbito puramente comunitario, como es la introducción de las emisiones verificadas.

El sistema de registros queda regulado por los artículos 19 y 20 de la Directiva 2003/87/CE y, más detalladamente, por el Reglamento 2216/2004 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2004. El artículo 25 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, crea el Registro Nacional de Derechos de Emisión (RENADE),



adscribiéndolo al entonces Ministerio de Medio Ambiente, hoy Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

¿Es obligatoria la apertura de una cuenta en el Registro Nacional de Derechos de Emisión para las instalaciones afectadas?

Sí. Para cada Autorización de emisión de gases de efecto invernadero en vigor el titular deberá abrir una cuenta, según el artículo 5 del Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del RENADE.

¿Quién tiene acceso al área privada del RENADE?

Pueden realizar operaciones en RENADE:

- La Administración General del Estado: gestiona su cuenta de haberes y asegura el cumplimiento de los compromisos respecto al Protocolo de Kioto.
- El Registro nacional: gestiona el sistema.
- El Representante autorizado primario: gestiona una cuenta de haberes.
- El Representante autorizado secundario: gestiona una cuenta de haberes.

¿Qué tipo de unidades de Kioto se registran en RENADE?

Existen varios tipos de unidades. Cada unidad representa o es equivalente a una tonelada de CO₂. El RENADE se encuentra interconectado con el ITL (International Transactional Log).

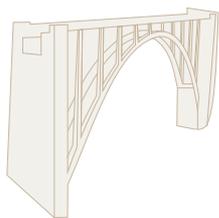


Tabla 29. Unidades registradas en el RENADE

| | |
|--|---|
| Unidades de Derecho Europeas (UDE's) | Son las cuotas convertidas de las unidades de cantidad atribuida (UCA's). Sólo las unidades de derecho europeas pueden ser utilizadas para el cumplimiento. |
| Unidades de Cantidad Atribuida (UCA's) o "Assigned Amount Unit" (AAU) | Los Estados miembros expedirán en sus Registros nacionales unidades de la cantidad atribuida correspondientes a sus niveles de emisión, determinados con arreglo a la Decisión 2002/358/CE y el Protocolo de Kioto. |
| Unidades de Absorción (UDA's) o "Removal Unit" (RMU) | Son las unidades generadas en las cuentas de haberes de los Estados miembros como consecuencia de la absorción de gases de efecto invernadero obtenida a partir de proyectos de sumideros. |
| Unidades de Reducción de Emisiones (URE's) o "Emisión Reduction Unit" (ERU) | Son créditos de un proyecto de Aplicación conjunta. |
| Reducciones Certificadas de emisiones (RCE's) o Certified Emission Unit" (CER) | Son créditos de un proyecto del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). |



Incertidumbre de la medida

Proceso de medida

Un proceso de medida es el conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de un mensurando.

El resultado de un proceso de medida se expresa como la suma de tres elementos: valor medido, corrección e incertidumbre de la medida:

$$L + \Delta X_c \pm U_{\text{expandida de la medida}}$$

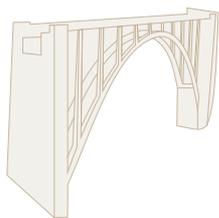
Donde:

- L: Valor medido.
- ΔX_c : Corrección. Es el error sistemático que se comete en el proceso de medida.
- $U_{\text{expandida de la medida}}$: Incertidumbre expandida de la medida. Es el error aleatorio que se comete en el proceso de medida.

Valor medido

En el proceso de medición de un mensurando se realizan “m” repeticiones de la medida sobre éste (L_i , $i=1 \dots m$), siendo el “valor medido” la media de las “m” repeticiones de la medida realizadas ($L = \Sigma L_i / m$).

Generalmente, en los procesos industriales se realiza una única medida sobre el mensurando ($m=1$), coincidiendo el “valor medido” con la lectura del equipo de medición.



Corrección (error sistemático)

La calibración es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas concretas, la relación entre las lecturas de un equipo de medida y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

La **corrección** se define como la diferencia que existe entre el valor nominal del patrón empleado en la calibración y la media en un punto de calibración.

$$\text{Corrección} = \Delta X_c = X_p - X$$

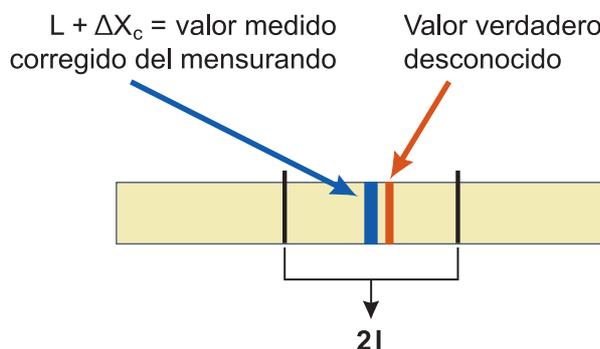
El dato de la corrección ΔX_c se obtiene del certificado de calibración del equipo de medición para cada punto de calibración.

En todo proceso de medida, hay que corregir el valor medido obtenido L con la corrección correspondiente ΔX_c , obteniéndose el llamado valor medido corregido $L_c = L + \Delta X_c$.

Incertidumbre expandida de la medida

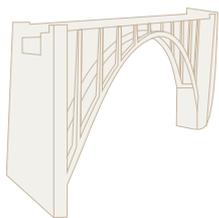
La **incertidumbre expandida de la medida** es un parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente podrían ser atribuidos al mensurando. Es decir, la incertidumbre expandida de la medida es el valor del intervalo (alrededor del valor medido corregido L_c y generalmente simétrico) donde con una “alta probabilidad” se encuentra el valor verdadero de la magnitud.

Figura 8. Incertidumbre expandida de la medida.



Las principales causas de la incertidumbre de la medida coinciden, como no podría ser de otra manera, con los factores que influyen en los resultados de la medición. Si se conocen las incertidumbres típicas de las variables que influyen en el proceso de medida se puede estimar la incertidumbre de la medida.

Las incertidumbres típicas de las diferentes variables se clasifican en:



- **Tipo A:** Se estiman por procedimientos estadísticos. La estimación se realiza a partir de una serie de n mediciones, bajo condiciones de repetibilidad, obteniendo unos valores $x_i, i=1 \dots n$, sobre un modelo de referencia o sobre un patrón.
- **Tipo B:** Se estiman por cualquier otro método de evaluación de la incertidumbre distinto del análisis estadístico de series de observaciones reiteradas. Basado en otros conocimientos previos a la medición.

Las principales contribuciones a la incertidumbre de la medida son:

Tabla 30. Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de medida.

| Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de la medida | | | |
|--|--|---|---|
| Tipo A | Incertidumbre típica | Tipo B | Incertidumbre típica |
| Repetibilidad | S / \sqrt{n} Donde S es la desviación típica experimental de la media y n el nº de repeticiones | Patrón calibrado | U_0 / K_0 Donde U_0 es la incertidumbre de calibración del patrón que viene reflejada en su certificado de calibración y K_0 el factor de cobertura del certificado |
| | | Efecto conocido de una magnitud de influencia sobre las indicaciones del equipo | σ Cuando se conoce, a través de las instrucciones del fabricante o por la experiencia, la función de distribución de la variación de las indicaciones con respecto a alguna magnitud de influencia, se utiliza la misma desviación típica σ de la distribución como contribución a la incertidumbre. |
| | | Falta de repetibilidad en la medida durante el proceso de medición | σ_{n-1} / \sqrt{m} Donde σ_{n-1} es la desviación típica muestral (obtenida del ensayo de repetibilidad en el certificado de calibración) y m es el nº de medidas realizadas |
| | | Resolución o división de escala del equipo de medición | $q / 2\sqrt{3}$ Donde q es la resolución del equipo |
| | | Histéresis | $\delta x / 2\sqrt{3}$ Donde δx es la diferencia máxima entre las indicaciones obtenidas en un ciclo de carga creciente y las indicaciones obtenidas en el ciclo decreciente |

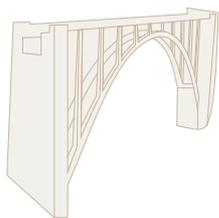


Tabla 30. Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de medida.

| Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de la medida | | | |
|--|----------------------|-------------------------------|---|
| Tipo A | Incertidumbre típica | Tipo B | Incertidumbre típica |
| | | Efecto de la temperatura | $\frac{X(T+) - X(T-)}{2\sqrt{3}}$ Donde X(T+) y X(T-) son las lecturas del equipo a la temperatura máxima y a la temperatura mínima durante el proceso de medición |
| | | Deriva de patrones | $D_{\text{patrón}} / \sqrt{3}$ Donde D _{patrón} es el aumento de la incertidumbre del patrón con el tiempo |
| | | Deriva del equipo de medición | $D_{\text{equipo}} / \sqrt{3}$ Donde D _{equipo} es el aumento de la incertidumbre de calibración del equipo con |
| | | Otras contribuciones | |

Una vez se conocen las incertidumbres de cada una de las variables, se componen o combinan a partir de criterios de composición de varianzas obteniendo la denominada **incertidumbre combinada de la medida** (u combinada de la medida):

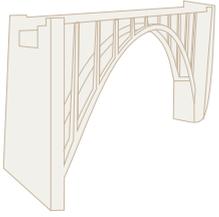
$$u_{\text{combinada de la medida}}^2 = u_{\text{combinada repetibilidad}}^2 + u_{\text{combinada patrón}}^2 + u_{\text{combinada magnitud influencia}}^2 + u_{\text{combinada falta repetibilidad}}^2 + u_{\text{combinada histéresis}}^2 + u_{\text{combinada efecto temperatura}}^2 + u_{\text{combinada deriva patrón}}^2 + u_{\text{combinada deriva equipo}}^2 + \text{otras contribuciones}$$

$$u_{\text{combinada de la medida}}^2 = (S/\sqrt{n})^2 + (U_0/K_0)^2 + \sigma^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (q/2\sqrt{3})^2 + (\delta x / 2\sqrt{3})^2 + (X(T+) - X(T-) / 2\sqrt{3})^2 + (D_{\text{patrón}}/2\sqrt{3})^2 + (D_{\text{equipo}}/\sqrt{3})^2 + \text{otras contribuciones}$$

La **incertidumbre expandida de la medida** (U expandida de la medida) es el valor del intervalo donde con una “alta probabilidad” se encuentra el valor verdadero de la magnitud. Se obtiene multiplicando la incertidumbre combinada de medida por un factor de cobertura K que será elegido en función de la “alta probabilidad” que se haya seleccionado y sobre la base del cumplimiento de los criterios de normalidad y fiabilidad de la función de probabilidad de la incertidumbre:

$$U_{\text{expandida de la medida}} = u_{\text{combinada de medida}} \cdot K \text{ (factor de cobertura)}$$

El valor de la probabilidad que se viene utilizando en la mayoría de los certificados de calibración y ensayo es del 95,45% (aproximadamente). Si se cumplen los criterios de normalidad y fiabilidad, el factor de cobertura que permite asegurar que el valor verdadero de la magnitud se encuentra en el intervalo de incertidumbre con una probabilidad de 95,45%, es el valor de K=2.



Para otros valores de probabilidad, se emplean otros valores de K:

Tabla 31. Otros valores del factor de cobertura

| Probabilidad | Factor de cobertura (K) |
|--------------|-------------------------|
| 68,3% | 1 |
| 95,4% | 2 |
| 99,7% | 3 |

Determinación de las contribuciones a la incertidumbre de la medida

Como hemos visto, la incertidumbre combinada de la medida ($u_{\text{combinada de la medida}}$) se expresa como:

$$u_{\text{combinada de la medida}}^2 = (S/\sqrt{n})^2 + (U_0/K_0)^2 + \sigma^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (q/2\sqrt{3})^2 + (\delta x / 2\sqrt{3})^2 + (X(T+)-X(T-) / 2\sqrt{3})^2 + (D_{\text{patrón}}/\sqrt{3})^2 + (D_{\text{equipo}}/\sqrt{3})^2 + \text{otras contribuciones}$$

Algunas de las contribuciones a la incertidumbre combinada de la medida que aparecen en la expresión anterior se determinan durante el proceso de calibración del equipo de medida. Estas contribuciones se encuentran incluidas dentro de la incertidumbre combinada de calibración del equipo, dato que se recoge en el certificado de calibración del equipo. Suelen ser las contribuciones debidas a las características metrologías significativas del equipo de medición (repetibilidad, patrón calibrado, resolución del equipo, histéresis, etc.).

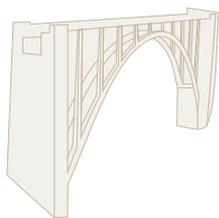
Para el resto de contribuciones a la incertidumbre combinada de la medida que no se han determinado durante el proceso de calibración del equipo, el titular de la instalación deberá estimarlas a través de las fórmulas indicadas en la “*Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de medida*”. Suelen ser las contribuciones debidas a la diferencia existente entre las condiciones específicas en las que se realizó el proceso de calibración y las condiciones en las que se realiza el proceso de medición (falta de repetibilidad, deriva del equipo, etc.).

De esta forma, se puede expresar la incertidumbre combinada de la medida como:

$$u_{\text{combinada de la medida}}^2 = u_{\text{combinada de calibración}}^2 + \sum u_{\text{combinada de las contribuciones no determinadas en la calibración del equipo}}^2$$

Para determinar los sumandos de la ecuación anterior, el titular deberá proceder de la siguiente forma:

1.- Calcular la incertidumbre combinada de calibración. Los certificados de calibración de los equipos de medición recogen el valor de la incertidumbre expandida ($U_{\text{expandida de calibración}}$) y el factor de cobertura (K) para cada uno de los puntos donde se ha realizado la calibración. Podemos determinar la incertidumbre combinada de calibración a partir de esos datos como:



$$u_{\text{combinada de calibración}} = U_{\text{expandida de calibración}} / K$$

2.- Analizar el certificado de calibración del equipo, comprobando que contribuciones a la incertidumbre de medida se han determinado. Aquellas contribuciones que no se han determinado durante el proceso de calibración del equipo y cuya influencia se considera significativa en el proceso de medición deberán estimarse a través de las fórmulas indicadas en la “*Principales incertidumbres típicas que contribuyen a la incertidumbre de medida*”.

3.- Una vez se conozca la incertidumbre combinada de calibración y se hayan estimado el resto de contribuciones, se determinará la incertidumbre combinada de la medida mediante la fórmula:

$$U_{\text{combinada de la medida}}^2 = U_{\text{combinada de calibración}}^2 + \sum U_{\text{combinada de las contribuciones no determinadas en la calibración del equipo}}^2$$

4.- Se determinará la incertidumbre expandida de la medida multiplicando la incertidumbre combinada de la medida por el factor de cobertura K.

$$U_{\text{expandida de la medida}} = u_{\text{combinada de medida}} \cdot K$$

Generalmente, si la calibración del equipo la ha realizado un laboratorio acreditado, la incertidumbre de calibración incluirá las contribuciones debidas a la repetibilidad, al patrón calibrado empleado en la calibración, a la resolución del equipo de medición, histéresis..., así como otras contribuciones relevantes del equipo de medición:

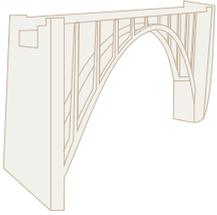
$$U_{\text{combinada de calibración}}^2 = (S/\sqrt{n})^2 + (U_o/K_o)^2 + (q/2\sqrt{3})^2 + (\delta x/2\sqrt{3})^2 + (D_{\text{patrón}}/\sqrt{3})^2 + \text{otras contribuciones relevantes del equipo de medición} = (U_{\text{expandida de calibración}}/K)^2$$

Por tanto, las contribuciones que no se han determinado durante el proceso de calibración del equipo y cuya influencia se considera significativa en el proceso de medición serán las debidas a la falta de repetibilidad, la deriva del equipo, efecto de la temperatura..., más otras contribuciones relevantes del proceso de medición:

$$\sum U_{\text{combinada de las contribuciones no determinadas en la calibración del equipo}}^2 = \sigma^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (X(T+)-X(T-)/2\sqrt{3})^2 + (D_{\text{equipo}}/\sqrt{3})^2 + \text{otras contribuciones relevantes del proceso de medición}$$

Dada la tipología de equipos empleados en el cálculo de las cantidades de combustibles y materiales consumidos (básculas de camiones, medidores de caudal de gas, conversores PTZ...), podemos considerar que las contribuciones más significativas a la incertidumbre de la medida son las debidas a la falta de repetibilidad y a la deriva del equipo, siendo despreciables el resto de las contribuciones:

$$\sum U_{\text{combinada de las contribuciones no determinadas en la calibración del equipo}}^2 = (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (D_{\text{equipo}}/\sqrt{3})^2$$



Por tanto, la expresión de la incertidumbre de la medida sería finalmente:

$$U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (U_{\text{expandida de calibración}}/K)^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (D_{\text{equipo}}/\sqrt{3})^2$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de medida}} \cdot K$$

Vamos a detallar como se estiman las contribuciones debidas a la falta de repetibilidad y a la deriva del equipo de medición.

Falta de repetibilidad en el proceso de medición

En el proceso de medición de un mensurando se realizan “m” repeticiones de la medida sobre éste (L_i , $i=1 \dots m$), siendo el “valor medido” la media de las “m” repeticiones de la medida realizadas ($L = L_i / m$). Este número de repeticiones “m” puede no coincidir con el número de repeticiones “n” efectuadas durante el ensayo de repetibilidad realizado en el proceso de calibración del equipo ($m < n$). Por tanto, existe una contribución a la incertidumbre debida a la falta de repetibilidad en el proceso de medida. La contribución a la incertidumbre de calibración se expresa mediante el siguiente término:

$$U_{\text{falta de repetibilidad}} = \sigma_{n-1} / \sqrt{m}$$

Donde:

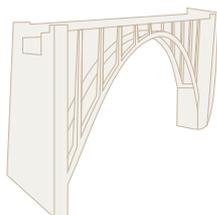
- σ_{n-1} : Desviación típica muestral (obtenida del ensayo de repetibilidad en el certificado de calibración).
- m: número de medidas realizadas. Generalmente, en los procesos industriales se realiza una única medida sobre el mensurando ($m=1$) coincidiendo el “valor medido” con la lectura del equipo de medición.

Deriva

Se entiende por deriva la pérdida de la calidad metrológica de un equipo. Esta pérdida de la calidad metrológica puede evidenciarse como un aumento de la incertidumbre de calibración del equipo con el tiempo.

La contribución debida a la deriva puede obtenerse a partir del histórico de calibraciones del equipo a través de la diferencia entre las incertidumbres de calibración al principio y final del período considerado por la organización o bien, si no se dispone de otra información, a partir del error máximo permitido (EMP) para el equipo. La contribución a la incertidumbre de calibración se expresa mediante el siguiente término:

$$u_{\text{deriva}} = \text{Deriva}/\sqrt{3} \text{ ó } \text{EMP}/\sqrt{3}$$



Expresión de la incertidumbre expandida de la medida

Una vez analizadas las contribuciones a la incertidumbre combinada de la medida, podemos expresarla como:

$$U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (U_{\text{expandida de calibración}} / K)^2 + (\sigma_{n-1} / \sqrt{m})^2 + (\text{Deriva} / \sqrt{3} \text{ ó EMP} / \sqrt{3})^2$$
$$U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de la medida}} \cdot K$$

Contribución por corrección no realizada

Ya se ha comentado que, en todo proceso de medida, hay que corregir el valor medido obtenido L con la corrección correspondiente ΔX_c , obteniéndose el llamado valor medido corregido $L_c = L + \Delta X_c$. No obstante, si la corrección del valor medido no se realiza (lo habitual en procesos industriales), la ausencia de corrección debe considerarse como una contribución más a la incertidumbre de la medida. Esta contribución se expresa con el siguiente término:

$$u_{\text{corrección no realizada}} = \Delta X_c / \sqrt{3}$$

Por tanto, si el valor medido no se corrige, se incorpora una nueva contribución a la incertidumbre combinada de medida quedando:

$$u_{\text{combinada de la medida}}^2 = (\Delta X_c / \sqrt{3})^2 + (U_{\text{expandida de calibración}} / K)^2 + (\sigma_{n-1} / \sqrt{m})^2 + (\text{Deriva} / \sqrt{3} \text{ ó EMP} / \sqrt{3})^2$$
$$U_{\text{expandida de la medida}} = u_{\text{combinada de la medida}} \cdot K$$

En resumen:

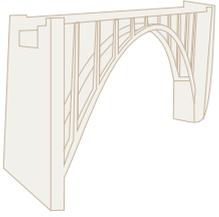


Tabla 32. Expresiones de la incertidumbre de la medida

| |
|--|
| <p>Incertidumbre de la medida si se aplica la corrección</p> $L + \Delta X_c \pm U_{\text{expandida de la medida}}$ |
| $U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (U_{\text{expandida de calibración}}/K)^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (D_{\text{eriva}}/\sqrt{3} \text{ ó } EMP/\sqrt{3})^2$ $U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de medida}} \cdot K$ |
| <p>Incertidumbre de la medida si no se aplica la corrección</p> $L + \Delta X_c \pm U_{\text{expandida de la medida}}$ |
| $U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (\Delta X_c \sqrt{3})^2 + (U_{\text{expandida de calibración}}/K)^2 + (\sigma_{n-1}/\sqrt{m})^2 + (D_{\text{eriva}}/\sqrt{3} \text{ ó } EMP/\sqrt{3})^2$ $U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de medida}} \cdot K$ |

Siendo el segundo caso el más usual dado que lo habitual en procesos industriales es no corregir la medida con la corrección.

Ley de propagación de incertidumbres

El valor de un mensurando se puede determinar mediante:

- **Medida directa:** Obtenida mediante un instrumento que, al aplicarlo sobre el mensurando, proporciona un valor del mismo en su escala o dispositivo indicador.
- **Medida indirecta:** Cuando la magnitud que queremos medir se obtiene a través de una relación funcional de otras medidas directas.

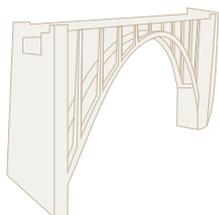
$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_q)$$

La incertidumbre expandida de la medida de “y” en el punto donde se realiza la medida es:

$$U_y = \sqrt{ \sum_i (\partial f / \partial x_i)^2 U_{xi}^2 + \sum_i \sum_j (\partial f / \partial x_i) \cdot (\partial f / \partial x_j) U_{xi} \cdot U_{xj} \cdot r_{ij} }$$

Siendo:

- U_y : Incertidumbre expandida de la medida de y.



- U_{xi} : Incertidumbre expandida de la medida de x_i
- r_{ij} : Coeficiente de correlación entre las variables x_i y x_j . Dos variables están correlacionadas cuando el resultado de una de ellas depende del resultado de la otra. El grado de interdependencia entre ellas se mide a través del coeficiente de correlación. Variables independientes tienen un $r_{ij} = 0$.

A continuación se exponen varias reglas para el cálculo de la incertidumbre de la medida de una magnitud “y” que se determina a través de una relación funcional de otras medidas directas.

Variables independientes (incertidumbres no correlacionadas)

Tabla 33. Incertidumbres variables no correlacionadas

| Relación funcional | Incertidumbre | |
|-------------------------------|--|------|
| $y = x_1 + x_2 - x_3$ | $U_y^2 = U_{x1}^2 + U_{x2}^2 + U_{x3}^2$ | (F1) |
| $y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ | $(U_y / y)^2 = (U_{x1} / x_1)^2 + (U_{x2} / x_2)^2 + (U_{x3} / x_3)^2$ $U_y (\%)^2 = U_{x1} (\%)^2 + U_{x2} (\%)^2 + U_{x3} (\%)^2$ | (F2) |
| $y = x_1 \cdot x_2 / x_3$ | $(U_y / y)^2 = (U_{x1} / x_1)^2 + (U_{x2} / x_2)^2 + (U_{x3} / x_3)^2$ $U_y (\%)^2 = U_{x1} (\%)^2 + U_{x2} (\%)^2 + U_{x3} (\%)^2$ | (F3) |

Variables correlacionadas (incertidumbres interdependientes)

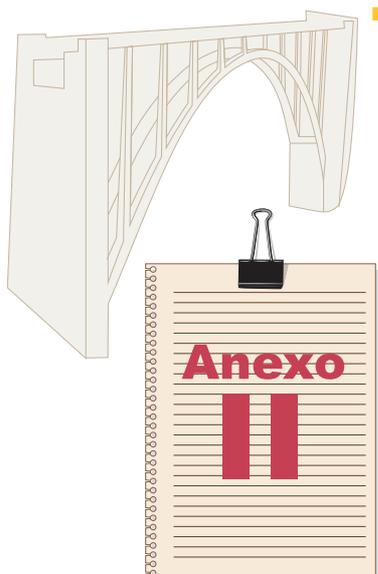
Tabla 34. Incertidumbres variables interdependientes

| Relación funcional | Incertidumbre | |
|---------------------------|--|------|
| $y = x_1 + x_2 - x_3$ | $U_y = U_{x1} + U_{x2} - U_{x3}$ | (F4) |
| $y = x_1 \cdot x_2 / x_3$ | $(U_y / y) = (U_{x1} / x_1) + (U_{x2} / x_2) - (U_{x3} / x_3)$ $U_y (\%) = U_{x1} (\%) + U_{x2} (\%) - U_{x3} (\%)$ | (F5) |

Nota: Las incertidumbres U_y y U_{xi} recogidas en las tablas anteriores son incertidumbres expandidas y expresadas en valores absolutos.

Si dividimos la incertidumbre en valor absoluto por el valor medido de la magnitud, se obtendrá la incertidumbre en valor relativo. Es decir, U_y / y y U_{xi} / x_i son incertidumbres expandidas expresadas en valor relativo en tanto por uno.

Si multiplicamos las incertidumbres expandidas en tanto por uno por 100, se expresarán en %.



Certificado de calibración de una báscula puente

En el presente Anexo se calculará la incertidumbre asociada al proceso de medida de una cantidad de combustible o material a partir de la información contenida en un certificado de calibración de una báscula puente.

Se trata de determinar cuál es la corrección, la incertidumbre de calibración del equipo y las otras contribuciones a la incertidumbre debidas a aquellas condiciones del proceso de medida que son diferentes de las condiciones en las que se realizó la calibración del equipo, todo ello de acuerdo a lo indicado en el *Anexo I. Incertidumbre de la medida*.

En nuestro ejemplo, la báscula puente se emplea para determinar la cantidad de combustible o material que se descarga en una instalación. Para ello, se pesa el camión lleno en la entrada a las instalaciones (peso del orden de los 40.000 kg) y el camión vacío a la salida de las instalaciones (peso del orden de los 20.000 kg), siendo la diferencia de pesadas la cantidad de combustible o material descargado.

Incertidumbre de calibración del equipo

Esta información se obtiene del apartado 7.- *Incertidumbre expandida y factor de cobertura* del certificado de calibración adjunto al final del presente anexo:

Tabla 35. Incertidumbre expandida y factor de cobertura del certificado de calibración

| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg | 4º PUNTO kg | 5º PUNTO kg | 6º PUNTO kg | 7º PUNTO kg | 8º PUNTO kg | 9º PUNTO kg |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor de referencia: | 2.000 | 6.000 | 10.000 | 14.000 | 19.999 | 22.392 | 28.392 | 34.392 | 40.391 |
| U_{cal} : | 14 | 14 | 16 | 14 | 14 | 27 | 27 | 27 | 28 |
| K: | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Corrección (error sistemático)

El valor de la corrección se obtiene del apartado 4.- *Resultado de la prueba del error de indicación /carga y descarga* del certificado de calibración que se adjunta al final del presente anexo:

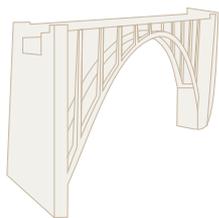


Tabla 36. Resultado de la prueba del error de indicación /carga y descarga del certificado de calibración

| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg | 4º PUNTO kg | 5º PUNTO kg | 6º PUNTO kg | 7º PUNTO kg | 8º PUNTO kg | 9º PUNTO kg |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor de referencia: | 2.000 | 6.000 | 10.000 | 14.000 | 19.999 | 22.392 | 28.392 | 34.392 | 40.391 |
| Indicación del instrumento: | 2.000 | 6.000 | 10.000 | 14.000 | 20.000 | 22.393 | 28.400 | 34.400 | 40.400 |
| Corrección: | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -8 | -8 | -9 |

Deriva

Vamos a suponer que sólo tenemos un certificado de calibración, de manera que no se puede determinar la deriva como la diferencia entre la incertidumbre de calibración de dos certificados consecutivos. Por tanto, recurrimos a determinar el EMP para la báscula del ejemplo:

Según la UNE-EN 45501, el error máximo permitido (EMP) de la báscula del ejemplo, tratándose de una báscula de clase III, es:

Tabla 37. EMP según la UNE EN 45501

| Nominales | EMP |
|------------------|---------|
| 0 - 10.000 | ± 20 kg |
| 10.000 - 40.000 | ± 40 kg |
| 40.000 - 200.000 | ± 60 kg |

Las pesadas de los camiones a la entrada/salida de las instalaciones estarán en los entornos de los puntos de calibración de 20.000 kg (camión vacío) y 40.000 kg (camión lleno). Por tanto, el EMP es de 40 kg.

Nota: En algunos certificados de calibración se aporta el dato del EMP.

Falta de repetibilidad

La desviación típica muestral se obtiene del apartado 3.- *Resultado de la prueba de repetibilidad* del certificado de calibración adjunto al final del presente anexo. Esta es:

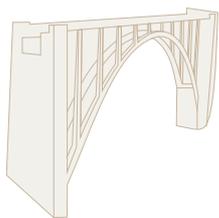


Tabla 38. Resultado de la prueba de repetibilidad del certificado de calibración.

| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor nominal | 1.000 | 20.000 | 40.391 |
| Indicación media | 1.000 | 20.000 | 40.400 |
| Desviación típica | 0 | 0 | 0 |

Incertidumbre de la medida

Vamos a suponer que la organización:

- No corrige las pesadas de los camiones que entran o salen. Por tanto, se debe considerar como una contribución más a la incertidumbre la debida a la **corrección no realizada**.
- Sólo se realiza una única pesada por cada camión que entra o sale en las instalaciones. Por tanto, **m=1**

La expresión de la incertidumbre de la medida a emplear es:

$$U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (\Delta X_c / \sqrt{3})^2 + (U_{\text{expandida de calibración}} / K)^2 + (\sigma_{n-1} / \sqrt{m})^2 + (\text{Deriva} / \sqrt{3} \text{ ó EMP} / \sqrt{3})^2$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de la medida}} \cdot K$$

Las pesadas de los camiones estarán en los entornos de los puntos de calibración de 20.000 kg (camión vacío) y 40.000 kg (camión lleno). Vamos a determinar la incertidumbre de la medida en esos dos puntos.

- **20.000 kg:**

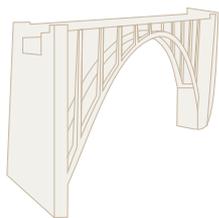
$$U_{\text{combinada de la medida}} = \sqrt{[(-1/\sqrt{3})^2 + (14/2)^2 + (0/\sqrt{1})^2 + (40/\sqrt{3})^2]} = \pm 24,14 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} = 24,14 \cdot 2 = \pm 48,28 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} (\%) = (\pm 48,28 / 19.999) \cdot 100 = \pm 0,24\%$$

- **40.000 kg:**

$$U_{\text{combinada de medida}} = \sqrt{[(-9/\sqrt{3})^2 + (28/2)^2 + (0/\sqrt{1})^2 + (40/\sqrt{3})^2]} = \pm 27,50 \text{ kg}$$



$$U_{\text{expandida de medida}} = 27,50 \cdot 2 = \pm 55,00 \text{ kg}$$

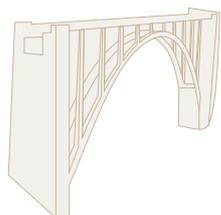
$$U_{\text{expandida de la medida}} (\%) = (\pm 55,00 / 40.391) \cdot 100 = \pm 0,14\%$$

Como se ha comentado anteriormente, la cantidad de combustible o material descargado, se calculará mediante la diferencia de pesadas del camión lleno en la entrada a las instalaciones y el camión vacío a la salida de las instalaciones. Si consideramos que las variables son independientes (incertidumbres no correlacionadas), la incertidumbre de la medida se calculará como:

$$U(\%) = \sqrt{(U_{\text{expandida camión vacío}} (\%))^2 + (U_{\text{expandida camión lleno}} (\%))^2}$$

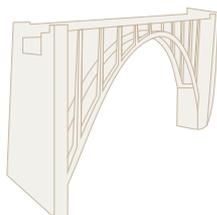
$$U(\%) = \sqrt{(0,24^2 + 0,14^2)} = \pm 0,28\%$$

Nota: Si alguno de los datos necesarios para determinar la incertidumbre de la medida no aparecieran en el certificado de calibración del equipo, sería interesante contactar con el proveedor del servicio de calibración contratado para que le proporcionase los datos necesarios.

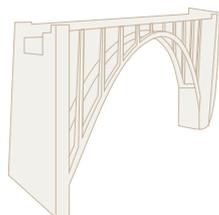


Certificado de calibración de la báscula puente

| | | | |
|--|--|---|------------------|
|  | | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Certificate of Calibration | |
| Número Number | | Rev: 0 | |
| Página Page | | 1 | de of |
| | | 5 | Páginas Pages |
| <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> Laboratorio de calibración acreditado por ENAC </div> | | | |
| OBJETO Object | BASCULA PUENTE | | |
| MARCA Mark | METTLER TOLEDO | | |
| MODELO Model | BP-3000 | | |
| IDENTIFICACIÓN Identification | -----/4335005-4ZU | | |
| SOLICITANTE Solicitant | | | |
| FECHA/S DE CALIBRACIÓN Date/s of calibration | 28/02/2008 | | |
| Signatario/s autorizado/s Authorized signatory/ies | Fecha de emisión Date of issue | 31/03/2008 | |
| Director Técnico | | | |
| <small>Este certificado es emitido de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.</small> | | | |



| INSTRUMENTO DE PESAJE | |
|---|---|
| Tipo de instrumento: | BASCULA PUENTE |
| Fabricante: | METTLER TOLEDO |
| Lugar de ubicación: | [Redacted] |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
| Clase de precisión: | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> I II X III III </div> |
| Alcance máximo (Max): 60 000 kg Alcance mínimo (min): 1 000 kg No. de escalones (n): 3 000 | Resolución (d): 20 kg Salto de escala o escalón: 20 kg |
| Dispositivo receptor: | <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">Clase III</div> |
| a) Tipo: Hormigón c) Dimensiones: Largo: 17 m d) Identificación: Marca: METTLER TOLEDO Modelo: BP-3000 No. de serie/ código: /4335005-4ZU | b) Instalación: Empotrada Ancho: 3 m Diámetro: -- |
| Dispositivo transductor: | |
| a) No. de apoyos: 8 c) Célula de carga: No. de células: 8 Modelo: 0760 METTLER Capacidad nominal: 22,5 t | b) Tipo: Células de carga |
| Dispositivo indicador: | |
| a) Tipo: Electrónico | b) Identificación: Marca: METTLER TOLEDO Modelo: 8530 No. de serie/ código: 4335005-4ZU----- |



1.- EQUIPOS EMPLEADOS Y TRAZABILIDAD

Los equipos de medida y las pesas patrón utilizadas en la calibración, tienen garantizada su trazabilidad a través de los laboratorios reconocidos por ENAC.

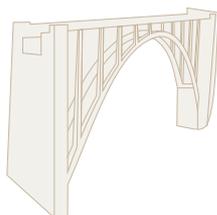
1.1.- Pesas patrón

| | Código | Clase OIML | Certificado | Pesas utilizadas dentro del juego |
|---|--------|------------|-------------|-----------------------------------|
| X | PT001 | M1 | C-M-001/08 | De 628 a 632 |
| | PT002 | M1 | C-M-002/08 | |
| | PT003 | M1 | C-M-003/08 | |
| | PT004 | M12 | C-M-004/08 | |
| X | PT005 | M12 | C-M-005/08 | De 1171 a 1180 |
| | PT006 | M1 | C-M-006/08 | |
| | PT007 | M1 | C-M-007/08 | |
| | PT008 | M1 | C-M-008/08 | |
| | PT009 | M1 | C-M-009/08 | |
| | PT010 | F1 | C/07289611 | |
| | PT011 | M1 | C-M-010/08 | |
| | PT012 | M1 | C-M-011/08 | |
| | PT013 | F2 | C-M-012/08 | |
| | PT014 | M1 | C-M-013/08 | |
| | PT015 | M1 | C-M-014/08 | |
| | PT016 | M1 | C-M-015/08 | |

1.2.- Equipo de medida de las condiciones ambientales

X T-002 Termohigrómetro digital MOD. 608-H2 30012644 Certificado no. 35064
 T-005 Termohigrómetro digital MOD. 608-H1 Certificado no. 36006

- 1* Las pruebas efectuadas en esta calibración se han realizado según el procedimiento TE-PB-03.
- 2* Los resultados suministrados en el presente certificado, se refieren al instrumento reseñado en la página 2 y no puede ser aplicados a ningún otro instrumento, aunque se trate del mismo modelo y tipo.
- 3* La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura k que, para una distribución de t Student con ν grados efectivos de libertad, corresponde a una probabilidad de cobertura aproximada del 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02.
- 4* Corrección: cantidad a sumar algebraicamente a la lectura del instrumento para obtener el valor convencionalmente verdadero



2- RESULTADO DE LA PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

El objeto de esta prueba es comprobar los resultados que se obtienen al colocar la misma carga modificando el punto de aplicación.

Temperatura inicial: 23,5 °C
Humedad inicial: 36,2%

Temperatura final: 23,0 °C
Humedad final: 38,6%

| | |
|--|----------|
| Valor nominal de la prueba de excentricidad: | 12000 kg |
| Resultado de la prueba de excentricidad: | 14 kg |

3- RESULTADO DE LA PRUEBA DE REPETIBILIDAD

El objeto de esta prueba es evaluar para cada punto de carga el grado de repetibilidad del instrumento de pesaje.

Temperatura inicial: 23,1 °C
Humedad inicial: 38,5%

Temperatura final: 23,5 °C
Humedad final: 37,9%

| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor nominal: | 1000 | 20000 | 40391 |
| Indicación media: | 1000 | 20000 | 40400 |
| Desviación típica: | 0 | 0 | 0 |

Desviación típica σ_{n-1}

4- RESULTADO DE LA PRUEBA DEL ERROR DE INDICACIÓN (carga y descarga)

El objeto de esta prueba es obtener la corrección del instrumento de pesaje mediante la indicación de ésta y un valor de referencia conocido.

Temperatura inicial: 23,6 °C
Humedad inicial: 38,2%

Temperatura final: 23,2 °C
Humedad final: 38,3%

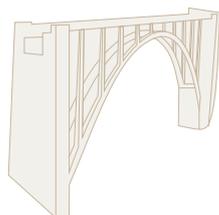
| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg | 4º PUNTO kg | 5º PUNTO kg |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor de referencia: | 2000 | 6000 | 10000 | 14000 | 18999 |
| Indicación del instrumento: | 2000 | 6000 | 10000 | 14000 | 20000 |
| Corrección: | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |

Temperatura inicial: 23,2 °C
Humedad inicial: 38,3%

Temperatura final: 23,5 °C
Humedad final: 37,9%

Corrección ΔX_c

| | 6º PUNTO kg | 7º PUNTO kg | 8º PUNTO kg | 9º PUNTO kg |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Valor de referencia: | 22392 | 28392 | 34392 | 40391 |
| Indicación del instrumento: | 22393 | 28400 | 34400 | 40400 |
| Corrección: | -1 | -8 | -8 | -9 |



5.- LASTRE

| | |
|---------------------------|----------|
| Masa Real del lastre = | 20392 kg |
| Incertidumbre combinada = | 10 kg |

6.- CREEP

Temperatura inicial: 23,5 °C
 Humedad inicial: 37,9%

Temperatura final: 23,7 °C
 Humedad final: 37,4%

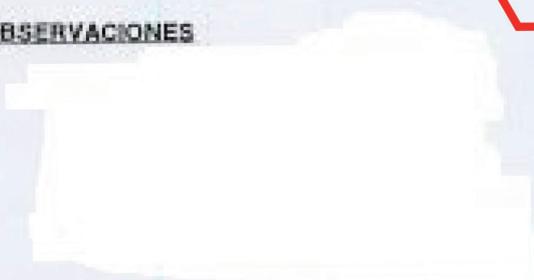
| | |
|-----------------------------------|------|
| Resultado de la prueba de creep : | 4 kg |
|-----------------------------------|------|

7.- INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y FACTOR DE COBERTURA

| | 1º PUNTO kg | 2º PUNTO kg | 3º PUNTO kg | 4º PUNTO kg | 5º PUNTO kg |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| U : | 14 | 14 | 16 | 14 | 14 |
| k : | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

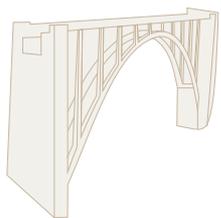
| | 6º PUNTO kg | 7º PUNTO kg | 8º PUNTO kg | 9º PUNTO kg |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| U : | 27 | 27 | 27 | 28 |
| k : | 2 | 2 | 2 | 2 |

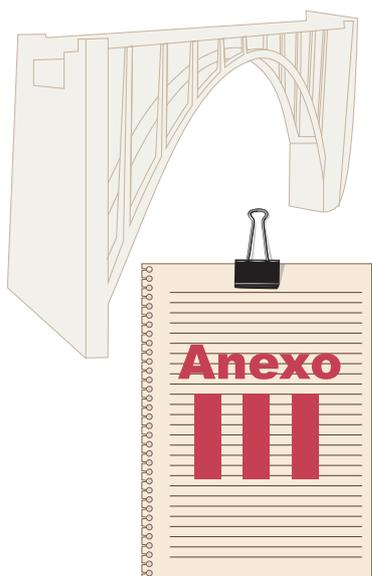
8.- OBSERVACIONES



Incertidumbre expandida de calibración del equipo U y factor de cobertura K

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizó las mediciones.
 El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse de una interpretación de los resultados
 inadecuada.
 Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
 The results of the certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory
 is not responsible for the damage that may arise from an inappropriate interpretation of the results.





Determinación del consumo de coque mediante evaluación de los cambios de existencia

El presente Anexo tiene por objeto mostrar, a través de la exposición de un ejemplo:

- Cómo se calcula el consumo de coque durante un período de notificación mediante evaluación de los cambios de existencias.
- Cómo se calcula la incertidumbre asociada a la determinación del consumo de coque durante un período de notificación teniendo en cuenta las incertidumbres de medida de los equipos que intervienen.

Supuesto

Se trata de una instalación que consume coque de petróleo en un horno.

En el apartado 3.6 de la AEGEI indica que el cálculo del consumo de coque de petróleo se realizará por balance de masas:

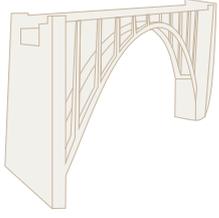
Combustible consumido = combustible seco comprado – combustible seco destinado a otros usos + combustible seco en stock al principio del período - combustible seco en stock al final del período.

El combustible comprado y el combustible destinado a otros usos se determinarán mediante pesada en la báscula de la instalación:

- Combustible comprado: (pesada del camión cargado de coque a la entrada de la instalación) – (pesada del camión descargado a la salida de la instalación).
- Combustible para otros usos: (pesada del camión descargado de coque a la entrada de la instalación) – (pesada del camión cargado a la salida de la instalación).

El combustible en stock se determinará por cubicaje, debiendo indicar el valor de la densidad determinado y empleado en el cálculo. La medición se realizará por parte de una empresa externa mediante topografía clásica y basada en GPS.

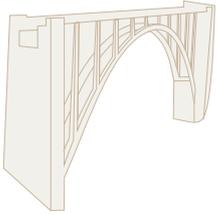
Todas las cantidades anteriores estarán expresadas en base seca. Para ello, se determinará analíticamente la humedad de una muestra representativa de cada una de las partidas de coque comprado, de cada una de las partidas de coque destinado a otros usos y de la cantidad de coque almacenada al principio y final del período de notificación.



Resolución Combustible seco Comprado:

Tabla 39. Datos sobre las entradas de coque a la instalación

| ENTRADAS DE COQUE (COQUE COMPRADO) | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---|---|--|--|---|---|---|--|---|--|
| Entrada Coque N° | Pesada Báscula a la entrada (Kg) Pe (camión lleno) | Incertidumbre Báscula en el rango de la pesada a la entrada (Kg) Ue | Pesada Báscula a la salida (Kg) Ps (camión vacío) | Incertidumbre Báscula en el rango de la pesada a la salida (Kg) Us | Cantidad Coque descargada en base húmeda (Kg) Cdbh | Incertidumbre cantidad Coque descargado (Kg) Ud | Humedad Coque entrada (Kg agua/Kg coque base húmeda) He | Incertidumbre humedad (Kg agua/Kg coque base húmeda) Uh | Cantidad Coque descargada en base seca (Kg) Cdbs | Incertidumbre cantidad Coque en base seca (Kg) Udbs | |
| 1 | 39.000 | 37,75 | 20.100 | 27,03 | 18.900 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 18.711 | 46,00 | |
| 2 | 38.000 | 37,75 | 20.080 | 27,03 | 17.920 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 17.741 | 46,00 | |
| 3 | 38.500 | 37,75 | 20.120 | 27,03 | 18.380 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 18.196 | 46,00 | |
| 4 | 39.800 | 37,75 | 20.160 | 27,03 | 19.640 | 46,43 | 0,0075 | 0,0001 | 19.493 | 46,12 | |
| 5 | 39.820 | 37,75 | 20.160 | 27,03 | 19.660 | 46,43 | 0,0015 | 0,0001 | 19.631 | 46,40 | |
| 6 | 38.500 | 37,75 | 20.060 | 27,03 | 18.440 | 46,43 | 0,0200 | 0,0001 | 18.071 | 45,54 | |
| 7 | 38.920 | 37,75 | 20.120 | 27,03 | 18.800 | 46,43 | 0,0120 | 0,0001 | 18.574 | 45,91 | |
| 8 | 39.640 | 37,75 | 20.180 | 27,03 | 19.460 | 46,43 | 0,0050 | 0,0001 | 19.363 | 46,24 | |
| 9 | 38.960 | 37,75 | 20.160 | 27,03 | 18.800 | 46,43 | 0,0130 | 0,0001 | 18.556 | 45,86 | |
| 10 | 38.480 | 37,75 | 20.100 | 27,03 | 18.380 | 46,43 | 0,0200 | 0,0001 | 18.012 | 45,54 | |
| 11 | 39.920 | 37,75 | 20.180 | 27,03 | 19.740 | 46,43 | 0,0300 | 0,0001 | 19.148 | 45,08 | |
| 12 | 39.460 | 37,75 | 20.160 | 27,03 | 19.300 | 46,43 | 0,0120 | 0,0001 | 19.068 | 45,91 | |
| Total Ccbs | | | | | | | | | 224.564 | | |
| Incertidumbre Ucbs | | | | | | | | | 550,60 | | |
| Ucbs% | | | | | | | | | 0,25% | | |



Por cada descarga “i” de coque de petróleo en la instalación:

P_e : Pesada báscula a la entrada (Kg) (camión lleno). Un camión lleno viene a pesar unos 40.000 Kg.

U_e : Incertidumbre de medida de la báscula en el punto de pesada de los camiones cargados de coque a la entrada de la instalación (40.000 Kg). En este ejemplo, $U_e = 37,75$ kg (Ver Anexo II).

P_s : Pesada báscula a la salida (Kg) (camión vacío). Un camión vacío viene a pesar 20.000 Kg.

U_s : Incertidumbre de medida de la báscula en el punto de pesada de los camiones descargados de coque a la salida de la instalación (20.000 Kg). En este ejemplo, $U_s = 27,03$ kg (Ver Anexo II).

C_{dbh} : Cantidad coque descargada en base húmeda (Kg). La cantidad de coque en base húmeda descargada en la instalación se calcula por diferencia entre la pesada del camión a la entrada P_e y la pesada a la salida P_s :

$$C_{dbh} = P_e - P_s$$

Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1:

$$C_{dbh} = P_e - P_s = 39.000 - 20.100 = 18.900 \text{ kg}$$

U_d : Incertidumbre de la cantidad de coque en base húmeda descargada en la descarga “i”. A pesar de que las variables P_e y P_s se determinan en la misma báscula, al existir una diferencia significativa entre ambas (del orden de $40.000 - 20.000 = 20.000$ kg), se pueden considerar como variables no correlacionadas (variables independientes). Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F1 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

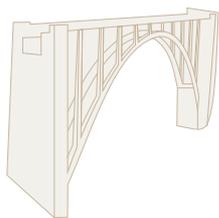
$$U_d = \sqrt{U_e^2 + U_s^2}$$

Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1:

$$U_d = \sqrt{U_e^2 + U_s^2} = \sqrt{37,75^2 + 27,03^2} = \pm 46,43 \text{ kg}$$

H_e : Humedad coque entrada (kg agua/kg coque base húmeda). Es la cantidad de agua que contiene el carbón descargado. Este dato se obtiene por determinación analítica en laboratorio sobre una muestra representativa del carbón descargado. Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1, un contenido en agua de 0,0100 kg agua/kg coque base húmeda.

U_h : Incertidumbre en la determinación de la humedad del coque de petróleo. Este dato lo proporciona



el laboratorio donde se realiza la determinación analítica de la humedad del coque. Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1, una incertidumbre de 0,0001 kg agua/kg coque base húmeda.

C_{dbs} : Cantidad coque descargada en base seca (Kg). La cantidad de coque en base seca descargada en la instalación se calcula descontando el contenido en agua a la cantidad de coque en base húmeda descargada, es decir:

$$C_{dbs} = C_{dbh} \cdot (1-H_e)$$

Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1:

$$C_{dbs} = C_{dbh} \cdot (1-H_e) = 18.900 \cdot (1-0,0100) = 18.711 \text{ kg}$$

U_{dbs} : Incertidumbre de la cantidad de coque en base seca descargada en la descarga "i". Ambas variables, cantidad de coque en base húmeda C_{dbh} y humedad del coque H_e , son no correlacionadas (variables independientes) ya que se determinan con equipos diferentes. Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F2 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

$$U_{dbs} = \sqrt{((1-H_e)^2 \cdot U_d^2 + C_{dbh}^2 \cdot U_h^2)}$$

Así tenemos, por ejemplo, para la descarga 1:

$$U_{dbs} = \sqrt{((1-H_e)^2 \cdot U_d^2 + C_{dbh}^2 \cdot U_h^2)} = \sqrt{((1-0,0100)^2 \cdot 46,43^2 + 18.900^2 \cdot 0,0001^2)} = \pm 46,00 \text{ Kg}$$

Para el total del período de notificación:

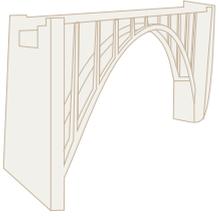
C_{cbs} : Cantidad de coque comprado en base seca (Kg) durante el período de notificación. La cantidad de coque comprado en base seca se obtendrá sumando la cantidad de coque descargado en base seca para todas las descargas "i" realizadas a lo largo del período de notificación:

$$C_{cbs} = \sum C_{dbs_i}$$

Así tenemos, por ejemplo, para el total del período de notificación:

$$C_{cbs} = \sum_i C_{dbs_i} = 18.711 + 17.741 + 18.196 + 19.493 + 19.631 + 18.071 + 18.574 + 19.363 + 18.556 + 18.012 + 19.148 + 19.068 = 224.564 \text{ kg}$$

U_{cbs} : Incertidumbre de la cantidad de coque comprado en base seca durante el período de notificación (Kg). Todas las variables a sumar se consideran variables interdependientes ya que se han calculado empleando los mismos equipos (báscula para el pesaje de las cantidades descargadas y equipos de laboratorio para la determinación de la humedad de las cantidades descargadas) y además todas se



encuentran en el mismo entorno de pesada. Por tanto, la incertidumbre será (fórmula F4 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

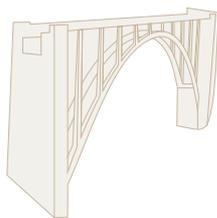
$$U_{cbs} = \sum_i |U_{dbs\ i}|$$

Así tenemos, por ejemplo, para el total del período de notificación:

$$U_{cbs} = \sum_i |U_{dbs\ i}| = 46,00 + 46,00 + 46,00 + 46,12 + 46,40 + 45,54 + 45,91 + 46,24 + 45,86 + 45,54 + 45,08 + 45,91 = 550,60 \text{ kg}$$

Que en valor relativo es:

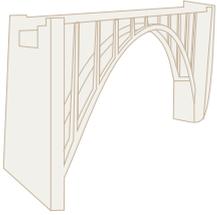
$$U_{cbs} (\%) = (U_{cbs} / C_{cbs}) \cdot 100 = (550,60 / 224.564) \cdot 100 = \pm 0,25\%$$



Combustible seco para otros usos:

Tabla 40. Datos sobre las salidas de coque para otros usos.

| SALIDA DE COQUE PARA OTROS USOS (p.e.: traslado de combustible a otra fábrica del grupo) | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---|---|--|---|--|--|---|---|---|
| Entrada Coque N° | Pesada Bascula a la entrada (Kg) Pe | Incertidumbre Bascula en el rango de la pesada a la entrada (Kg) Ue | Pesada Bascula a la salida (Kg) (camión lleno) Ps | Incertidumbre Bascula en el rango de la pesada a la salida (Kg) Us | Cantidad Coque cargado en base húmeda (Kg) Ccbh | Incertidumbre cantidad Coque cargado (Kg) Uc | Humedad Coque cargado (Kg) agua/kg coque base húmeda) Hc | Incertidumbre humedad (Kg agua/Kg coque base húmeda) Uh | Cantidad Coque cargado en base seca (Kg) Ccbs | Incertidumbre cantidad Coque en base seca (Kg) Ucbs |
| 1 | 20.160 | 27,03 | 38.500 | 37,75 | 18.340 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 18.157 | 46,00 |
| 2 | 20.060 | 27,03 | 38.920 | 37,75 | 18.860 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 18.671 | 46,00 |
| 3 | 20.120 | 27,03 | 39.640 | 37,75 | 19.520 | 46,43 | 0,0100 | 0,0001 | 19.325 | 46,01 |
| 4 | 20.180 | 27,03 | 38.960 | 37,75 | 18.780 | 46,43 | 0,0075 | 0,0001 | 18.639 | 46,12 |
| 5 | 20.160 | 27,03 | 38.480 | 37,75 | 18.320 | 46,43 | 0,0015 | 0,0001 | 18.293 | 46,40 |
| Total CdoU | | | | | | | | | 93.085 | |
| Incertidumbre Udbu | | | | | | | | | 230,53 | |
| Udbu% | | | | | | | | | 0,25% | |



Por cada carga “i” de coque de petróleo empleada en otros usos:

P_e' : Pesada báscula a la entrada (Kg) (camión vacío). Un camión vacío viene a pesar unos 20.000 Kg.

U_e' : Incertidumbre de la báscula en el punto de pesada de los camiones cargados de coque a la entrada de la instalación (20.000 Kg). En este ejemplo, $U_e' = \pm 27,03$ kg (Ver Anexo II).

P_s' : Pesada báscula a la salida (Kg) (camión lleno). Un camión vacío viene a pesar 40.000 Kg

U_s' : Incertidumbre de la báscula en el punto de pesada de los camiones descargados de coque a la salida de la instalación (40.000 Kg). En este ejemplo, $U_s = \pm 37,75$ kg (Ver Anexo II).

C_{cbh} : Cantidad coque cargada en base húmeda (Kg). La cantidad de coque en base húmeda cargada en la instalación para otros usos se calcula por diferencia entre la pesada del camión a la salida P_s' y la pesada a la entrada P_e' :

$$C_{cbh} = P_s' - P_e'$$

Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1:

$$C_{cbh} = P_s' - P_e' = 38.500 - 20.160 = 18.340 \text{ kg}$$

U_c : Incertidumbre de la cantidad de coque en base húmeda cargada en la carga “i”. A pesar de que las variables P_s' y P_e' se determinan en la misma báscula, al existir una diferencia significativa entre ambas (del orden de $40.000 - 20.000 = 20.000$ kg), se pueden considerar como variables no correlacionadas (variables independientes). Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F1 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

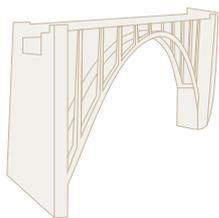
$$U_c = \sqrt{(U_e'^2 + U_s'^2)}$$

Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1:

$$U_c = \sqrt{(U_e'^2 + U_s'^2)} = \sqrt{27,03^2 + 37,75^2} = \pm 46,43 \text{ kg}$$

H_c : Humedad coque salida (kg agua/kg coque base húmeda). Es la cantidad de agua que contiene el carbón cargado. Este dato se obtiene por determinación analítica en laboratorio sobre una muestra representativa del carbón cargado. Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1, un contenido en agua de 0,0100 kg agua/kg coque base húmeda.

U_h : Incertidumbre en la determinación de la humedad del coque de petróleo. Este dato lo proporciona el laboratorio donde se realiza la determinación analítica de la humedad del coque. Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1, una incertidumbre de $\pm 0,0001$ kg agua/kg coque base húmeda.



C_{cbs} : Cantidad coque cargada en base seca (Kg) para otros usos. La cantidad de coque en base seca cargada en la instalación se calcula descontando el contenido en agua a la cantidad de coque en base húmeda cargada, es decir:

$$C_{cbs} = C_{cbh} \cdot (1-H_c)$$

Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1:

$$C_{cbs} = C_{cbh} \cdot (1-H_c) = 18.340 \cdot (1-0,0100) = 18.157 \text{ kg}$$

U_{cbs} : Incertidumbre de la cantidad de coque en base seca cargada en la carga "i". Ambas variables, cantidad de coque en base húmeda C_{cbh} y humedad del coque H_c , son no correlacionadas (variables independientes) ya que se determinan con equipos diferentes. Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F2 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

$$U_{cbs} = \sqrt{((1-H_c)^2 \cdot U_c^2 + C_{cbh}^2 \cdot U_h^2)}$$

Así tenemos, por ejemplo, para la carga 1:

$$U_{cbs} = \sqrt{((1-H_c)^2 \cdot U_c^2 + C_{cbh}^2 \cdot U_h^2)} = \sqrt{((1-0,0100)^2 \cdot 46,43^2 + 18.157^2 \cdot 0,0001^2)} = \pm 46,00 \text{ Kg}$$

Para el total del período de notificación:

C_{dou} : Cantidad de coque en base seca destinado a otros usos (Kg) durante el período de notificación. La cantidad en base seca de coque destinada a otros usos se obtendrá sumando la cantidad de coque cargado en base seca para todas las cargas "i" realizadas a lo largo del período de notificación:

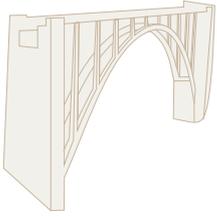
$$C_{dou} = \sum_i C_{cbs_i}$$

Así tenemos, por ejemplo, para el total del período de notificación:

$$C_{dou} = \sum_i C_{cbs_i} = 18.157 + 18.671 + 19.325 + 18.639 + 18.293 = 93.085 \text{ kg}$$

U_{dou} : Incertidumbre de la cantidad de coque en base seca destinado a otros usos durante el período de notificación (Kg). Todas las variables a sumar se consideran variables dependientes ya que se han calculado empleando los mismos equipos (báscula para el pesaje de las cantidades cargadas y equipos de laboratorio para la determinación de la humedad de las cantidades cargadas) y además todas se encuentran en el mismo entorno de pesada. Por tanto, la incertidumbre será (fórmula F4 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

$$U_{dou} = \sum_i |U_{cbs_i}|$$



Así tenemos, por ejemplo, para el total del período de notificación:

$$U_{dou} = \sum_i |U_{cbs_i}| = 46,00 + 46,00 + 46,01 + 46,12 + 46,40 = \pm 230,53 \text{ kg}$$

Que en valor relativo es:

$$U_{dou} (\%) = (U_{dou} / C_{dou}) \cdot 100 = (230,53 / 93.085) \cdot 100 = \pm 0,25\%$$

Coque almacenado al inicio del período de notificación:

Tabla 41. Coque almacenado al principio del período de notificación

| STOCK INICIAL | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|---|--|---|--|--|-------------------------------------|
| Volumen medido (m ³) | Incertidumbre volumen medido (m ³) | Densidad (Kg/m ³) | Incertidumbre densidad (Kg/m ³) | Humedad Coque Stock (Kg agua/Kg coque base húmeda) | Incertidumbre Coque en base seca (Kg agua/Kg coque base húmeda) | Cantidad de Coque en base seca en Stock (Kg) | Incertidumbre cantidad de Coque en base seca en Stock (Kg) | Incertidumbre en valor relativo (%) |
| V _{si} | U _{vsi} | D _{si} | U _d | H _{si} | U _h | C _{bsi} | (Kg) U _{bsi} | |
| 125 | 5,00 | 800 | 0,50 | 0,0120 | 0,0001 | 98.800 | 3.952,50 | 4,00% |

V_{si}: Volumen de coque de petróleo medido al principio del período de notificación (m³). En este caso, son 125 m³. Estas determinaciones suelen realizarlas empresas especializadas en levantamientos topográficos.

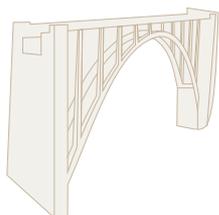
U_{vsi}: Incertidumbre de la determinación del volumen medido (m³). En este caso, es de ± 5 m³. Este dato lo proporciona la empresa que ha realizado el levantamiento topográfico.

D_{si}: Densidad del coque almacenado al principio del período de notificación (kg/m³). En este ejemplo es de 800 kg/m³.

U_d: Incertidumbre de la determinación de la densidad del volumen almacenado (Kg/m³). En este caso, es de ± 0,5 kg/m³.

H_{si}: Humedad del coque almacenado (kg agua/kg coque base húmeda). Es la cantidad de agua que contiene el carbón almacenado. Este dato se obtiene por determinación analítica en laboratorio sobre una muestra representativa del carbón almacenado. Así tenemos, para este ejemplo, un contenido en agua de 0,0120 kg agua/kg coque base húmeda.

U_h: Incertidumbre de la determinación de la humedad (kg agua/kg coque base húmeda). Este dato lo proporciona el laboratorio donde se realiza la determinación analítica de la humedad del coque. Así tenemos, para este ejemplo, una incertidumbre de ± 0,0001 kg agua/kg coque base húmeda.



C_{bsi} : Cantidad de coque en base seca almacenada (kg) al principio del período de notificación. Se calcula descontando el contenido en agua al coque almacenado, empleando la siguiente expresión:

$$C_{bsi} = (V_{si} \cdot D_{si}) \cdot (1 - H_{si})$$

En el caso del ejemplo tenemos:

$$C_{bsi} = (V_{si} \cdot D_{si}) \cdot (1 - H_{si}) = (125 \cdot 800) \cdot (1 - 0,0120) = 98.800 \text{ kg}$$

U_{bsi} : Incertidumbre de la determinación de la cantidad de coque en base seca almacenada (kg). Las variables que intervienen en el cálculo de la cantidad de coque en base seca almacenada, V_{si} , D_{si} , y H_{si} , son no correlacionadas (variables independientes) ya que se determinan con equipos diferentes. Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F2 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

$$U_{bsi} = \sqrt{[(V_{si}^2 \cdot (1 - H_{si})^2 \cdot U_d^2 + D_{si}^2 \cdot (1 - H_{si})^2 \cdot U_{Vsi}^2 + (D_{si} \cdot V_{si})^2 \cdot U_h^2]}$$

En el caso del ejemplo tenemos:

$$U_{bsi} = \sqrt{[(V_{si}^2 \cdot (1 - H_{si})^2 \cdot U_d^2 + D_{si}^2 \cdot (1 - H_{si})^2 \cdot U_{Vsi}^2 + (D_{si} \cdot V_{si})^2 \cdot U_h^2]} = \sqrt{[125^2 \cdot (1 - 0,0120)^2 \cdot 0,5^2 + 800^2 \cdot (1 - 0,0120)^2 \cdot 5^2 + (800 \cdot 125)^2 \cdot 0,0001^2]} = \pm 3.952,50 \text{ kg}$$

Que en valor relativo es:

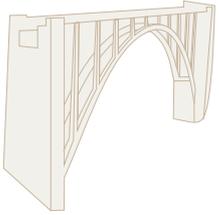
$$U_{bsi} (\%) = (U_{bsi} / C_{bsi}) \cdot 100 = (3.952,50 / 98.800) \cdot 100 = \pm 4,00\%$$

Coque almacenado al final del período de notificación:

Tabla 42. Coque almacenado al final del período de notificación

| STOCK FINAL | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|---|--|---|--|--|-------------------------------------|
| Volumen medido (m ³) | Incertidumbre volumen medido (m ³) | Densidad (Kg/m ³) | Incertidumbre densidad (Kg/m ³) | Humedad Coque Stock (Kg agua/Kg coque base húmeda) | Incertidumbre Coque en base seca (Kg agua/Kg coque base húmeda) | Cantidad de Coque en base seca en Stock (Kg) | Incertidumbre cantidad de Coque en base seca en Stock (Kg) | Incertidumbre en valor relativo (%) |
| V_{sf} | U_{vsf} | D_{sf} | U_d | H_{sf} | U_h | C_{bsf} | $(Kg) U_{bsf}$ | |
| 100 | 5,00 | 796 | 0,50 | 0,0110 | 0,0001 | 78.724 | 3.936,54 | 5,00% |

V_{sf} : Volumen de coque de petróleo medido al final del período de notificación (m³). En este caso, son 100 m³. Esta determinación suele realizarse por levantamiento topográfico de la cantidad almacenada. Suelen reali-



zar la determinación del volumen almacenado empresas especializadas en la realización de levantamientos topográficos.

U_{vsf} : Incertidumbre de la determinación del volumen medido (m^3). En este caso, es de $\pm 5 m^3$. Este dato lo proporciona la empresa que ha realizado el levantamiento topográfico.

D_{sf} : Densidad del coque almacenado al final del período de notificación (kg/m^3). En este ejemplo es de $796 kg/m^3$.

U_d : Incertidumbre de la determinación de la densidad del volumen almacenado (Kg/m^3). En este caso, es de $\pm 0,5 kg/m^3$.

H_{sf} : Humedad del coque almacenado (kg agua/ kg coque base húmeda). Es la cantidad de agua que contiene el carbón almacenado. Este dato se obtiene por determinación analítica en laboratorio sobre una muestra representativa del carbón almacenado. Así tenemos, para este ejemplo, un contenido en agua de $0,0110 kg$ agua/ kg coque base húmeda.

U_h : Incertidumbre de la determinación de la humedad (kg agua/ kg coque base húmeda). Este dato lo proporciona el laboratorio donde se realiza la determinación analítica de la humedad del coque. Así tenemos, para este ejemplo, una incertidumbre de $\pm 0,0001 kg$ agua/ kg coque base húmeda.

C_{bsf} : Cantidad de coque en base seca almacenada (kg) al final del período de notificación. Se calcula descontando el contenido en agua al coque almacenado, empleando la siguiente expresión:

$$C_{bsf} = (V_{sf} \cdot D_{sf}) \cdot (1 - H_{sf})$$

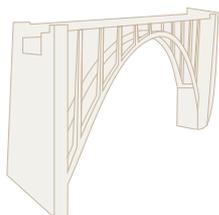
En el caso del ejemplo tenemos:

$$C_{bsf} = (V_{sf} \cdot D_{sf}) \cdot (1 - H_{sf}) = (100 \cdot 796) \cdot (1 - 0,0110) = 78.724 kg$$

U_{bsf} : Incertidumbre de la determinación de la cantidad de coque en base seca almacenada (kg). Las variables que intervienen en el cálculo de la cantidad de coque en base seca almacenada, V_{sf} , D_{sf} , y H_{sf} , son no correlacionadas (variables independientes) ya que se determinan con equipos diferentes. Por tanto, la incertidumbre será, aplicando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F2 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

$$U_{bsf} = \sqrt{[(V_{sf}^2 \cdot (1 - H_{sf})^2 \cdot U_d^2 + D_{sf}^2 \cdot (1 - H_{sf})^2 \cdot U_{vsf}^2 + (D_{sf} \cdot V_{sf})^2 \cdot U_h^2]}$$

En el caso del ejemplo tenemos:



$$U_{bsf} = \sqrt{[(V_{sf}^2 \cdot (1 - H_{sf})^2 \cdot U_d^2 + D_{sf}^2 \cdot (1 - H_{sf})^2 \cdot U_{vsf}^2 + (D_{sf} \cdot V_{sf})^2 \cdot U_h^2]} = \sqrt{[100^2 \cdot (1 - 0,0110)^2 \cdot 0,5^2 + 796^2 \cdot (1 - 0,0110)^2 \cdot 5^2 + (796 \cdot 100)^2 \cdot 0,0001^2]} = \pm 3.936,54 \text{ kg}$$

Que en valor relativo es:

$$U_{bsf} (\%) = (U_{bsf} / C_{bsf}) \cdot 100 = (3.936,54 / 78.724) \cdot 100 = \pm 5,00\%$$

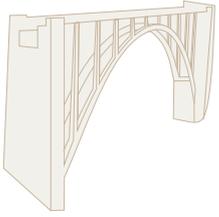
Coque consumido durante el período de notificación:

Tabla 43. Resumen del período de notificación

| COQUE CONSUMIDO PERÍODO NOTIFICACIÓN | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|---|--|--|
| COQUE CONSUMIDO EN EL PERÍODO DE NOTIFICACIÓN (Kg) = (COQUE COMPRADO - COQUE DESTINADO A OTROS USOS) + (STOCK INICIAL - STOCK FINAL) | | | | | |
| Coque comprado en base seca (Kg) | Incertidumbre Coque comprado en base seca (Kg) | Coque destinado a otros usos (Kg) | Incertidumbre Coque destinado a otros usos (Kg) | Coque comprado-Coque destinado a otros usos (Kg) | Incertidumbre Coque comprado-Coque destinado a otros usos (Kg) |
| C_{cbs} | U_{cbs} | C_{dou} | U_{dou} | C_{cou} | U_{cou} |
| 224.564 | 550,60 | 93.085 | 230,53 | 131.479 | 320,07 |
| Stock Inicial (Kg) | Incertidumbre Stock Inicial (Kg) | Stock Final (Kg) | Incertidumbre Stock Final (Kg) | Stock Inicial-Stock Final (Kg) | Incertidumbre Stock Inicial-Stock Final (Kg) |
| C_{bsi} | U_{bsi} | C_{bsf} | U_{bsf} | C_{sif} | U_{sif} |
| 98.800 | 3.952,50 | 78.724 | 3.936,54 | 20.076 | 15,96 |
| Coque consumido en el período de notificación (Kg) | Incertidumbre Coque consumido en el período de notificación (Kg) | Incertidumbre en valor relativo (%) | | | |
| C_t | U_t | (%) | | | |
| 151.555 | 320,47 | 0,21% | | | |

El coque consumido durante el período de notificación se calcula realizando un balance de masas. La fórmula a emplear es la siguiente:

$$C_t = (C_{cbs} - C_{dou}) + (C_{bsi} - C_{bsf}) = C_{cou} - C_{sif}$$



Siendo:

C_t : Coque consumido en el período de notificación (kg).

C_{cbs} : Coque comprado durante el período de notificación (kg).

C_{dou} : Coque destinado a otros usos durante el período de notificación (kg).

C_{bsi} : Cantidad de coque en base seca almacenada al inicio del período de notificación (kg).

C_{bsf} : Cantidad de coque en base seca almacenada al final del período de notificación (kg).

$C_{cou} = C_{cbs} - C_{dou}$. Diferencia entre el coque comprado y el coque destinado a otros usos durante el período de notificación (kg).

$C_{sif} = C_{bsi} - C_{bsf}$. Diferencia entre el volumen almacenado al principio y al final del período de notificación (kg).

En el caso de nuestro ejemplo es:

$$C_t = (C_{cbs} - C_{dou}) + (C_{bsi} - C_{bsf}) = C_{cou} - C_{sif} = (224.564 - 93.085) + (98.800 - 78.724) = 151.555 \text{ kg}$$

La incertidumbre de la determinación de la cantidad de coque de petróleo consumido durante el período de notificación U_t , la determinaremos de la siguiente manera:

Las variables C_{cou} y C_{sif} son no correlacionadas (variables independientes) ya que se determinan de forma diferente y empleando equipos diferentes. Entonces la incertidumbre asociada a la determinación de la cantidad de coque de petróleo consumido es, empleando la ley de propagación de incertidumbres (fórmula F1 del Anexo I. *Incertidumbre de la medida*):

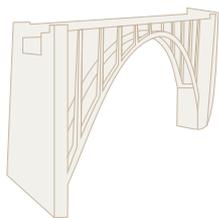
$$U_t = \sqrt{U_{cou}^2 + U_{sif}^2}$$

Siendo :

U_{cou} : Incertidumbre de la determinación de la diferencia entre el coque comprado y el coque destinado a otros usos (kg).

U_{sif} : Incertidumbre de la determinación de la diferencia entre el volumen almacenado al principio y al final del período de notificación (kg).

Vamos a determinar las incertidumbres U_{cou} y U_{sif} :



U_{cou} : Las variables C_{cbs} y C_{dou} se consideran interdependientes ya que se han determinado de la misma forma y empleando los mismos equipos (báscula y equipos de laboratorio). Por tanto, la incertidumbre de la diferencia se calcula empleando la siguiente expresión (fórmula F4 del *Anexo I. Incertidumbre de la medida*):

$$U_{\text{cou}} = U_{\text{cbs}} - U_{\text{dou}}$$

Que para nuestro ejemplo es:

$$U_{\text{cou}} = U_{\text{cbs}} - U_{\text{dou}} = 550,60 - 230,53 = \pm 320,07 \text{ kg}$$

U_{sif} : Las variables C_{bsi} y C_{bsf} se consideran interdependientes ya que se han determinado de la misma forma y empleando los mismos equipos. Por tanto, la incertidumbre de la diferencia se calcula empleando la siguiente expresión (fórmula F4 del *Anexo I. Incertidumbre de la medida*):

$$U_{\text{sif}} = U_{\text{bsi}} - U_{\text{bsf}}$$

Que para nuestro ejemplo es:

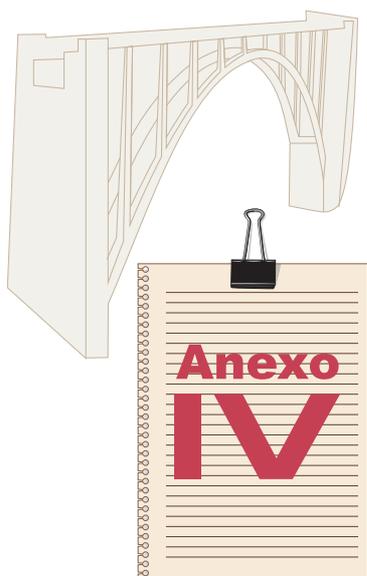
$$U_{\text{sif}} = U_{\text{bsi}} - U_{\text{bsf}} = 3.952,50 - 3.936,54 = \pm 15,96 \text{ kg}$$

Por tanto :

$$U_t = \sqrt{(U_{\text{cou}})^2 + (U_{\text{sif}})^2} = \sqrt{(320,07)^2 + (15,96)^2} = \pm 320,47 \text{ kg}$$

Que en valor relativo es:

$$U_t (\%) = (U_t / C_t) \cdot 100 = (320,47 / 151.555) \cdot 100 = \pm 0,21\%$$



Determinación del consumo de fuelóleo mediante evaluación de los cambios de existencias

El presente Anexo tiene por objeto mostrar, a través de la exposición de un ejemplo:

- Cómo se calcula el consumo de fuelóleo durante un período de notificación mediante evaluación de los cambios de existencias.
- Cómo se calcula la incertidumbre asociada a la determinación del consumo de fuelóleo durante un período de notificación teniendo en cuenta las incertidumbres de medida de los equipos que intervienen.

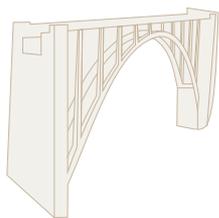
Supuesto

Se trata de una instalación que consume fuelóleo y dispone de un tanque para el almacenamiento de éste.

Asimismo, para el cálculo del combustible suministrado, se supone que no se corrigen las pesadas de los camiones que entran o salen de la instalación y que sólo se realiza una única pesada por cada camión que entra o sale.

En el apartado 3.6 de la AEGEI indica que el cálculo del consumo de fuelóleo se realizará mediante balance de masas:

- $\text{Combustible consumido} = \text{combustible comprado} + \text{combustible en stock a principio del período} - \text{combustible en stock a final del período}$.
- Combustible comprado: se determina en base a facturas y albaranes del suministrador.
- Combustible en stock: se determina mediante medición de nivel del depósito, indicándose el valor de la densidad empleada en el cálculo.



Cálculo de la incertidumbre global asociada a la determinación del consumo de fuelóleo

Tal y como se ha indicado, el consumo de fuelóleo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q^F = \text{STOCK}_i^F + \sum_{j=1}^N Q_{\text{suministro } j}^F - \text{STOCK}_f^F$$

Donde:

Q^F : combustible consumido.

$Q_{\text{suministro } j}^F$: combustible suministrado.

STOCK_i^F : combustible en stock a principio del período de notificación.

STOCK_f^F : combustible en stock a final del período de notificación.

Por tanto, la incertidumbre expandida asociada al valor del consumo de fuelóleo se obtendrá como la incertidumbre de una suma de variables, considerando que son variables no correlacionadas:

$$U_Q^2 (\%) = U_{\text{STOCK}_i}^2 (\%) + U_{\text{STOCK}_f}^2 (\%) + \sum_{j=1}^N U_{\text{suministro } j}^2 (\%)$$

Donde:

U_Q : incertidumbre asociada al combustible consumido.

U_{STOCK_i} : incertidumbre asociada al combustible almacenado al principio del período de notificación.

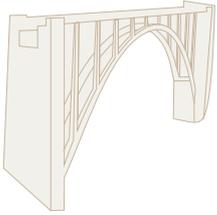
U_{STOCK_f} : incertidumbre asociada al combustible almacenado al final del período de notificación.

$U_{\text{suministro}}$: incertidumbre asociada al combustible suministrado.

N: Número de suministros de fuelóleo que se han producido durante el período de notificación.

A continuación, teniendo en cuenta que la incertidumbre relativa (U%) se obtiene dividiendo la incertidumbre en valor absoluto por el valor medido de la magnitud, se expresa la incertidumbre expandida asociada al consumo de fuelóleo, expresada en valores relativos.

$$U_Q (\%) = (\sqrt{[(U_{\text{STOCK}_i} (\%) \cdot \text{STOCK}_i^F)^2 + (U_{\text{STOCK}_f} (\%) \cdot \text{STOCK}_f^F)^2 + \sum_{j=1}^N (U_{\text{suministro } j} (\%) \cdot Q_{\text{suministro } j}^F)^2]}) / Q^F$$



Incertidumbre asociada a los suministros

La incertidumbre asociada a los suministros de combustible se obtiene a partir de las características de la báscula y su certificado de calibración, aportados por el suministrador. Los factores que contribuyen a la incertidumbre asociada a los suministros son: la incertidumbre asociada a la corrección no realizada (ΔX_c), la asociada a la calibración del equipo ($U_{\text{calibración}}$), la debida a la falta de repetibilidad (σ_{n-1}) y la asociada a la deriva, tal como se indica en la siguiente expresión, que se detalla en el Anexo II de la presente Guía.

$$U_{\text{combinada Suministro}} = \sqrt{[(\Delta X_c/3)^2 + (U_{\text{Expandida de calibración}} / K)^2 + (\sigma_{n-1} / \sqrt{m})^2 + (\text{Deriva} / \sqrt{3} \text{ ó EMP} / \sqrt{3})^2]}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} = U_{\text{combinada Suministro}} \cdot K$$

A continuación, mediante una tabla, se indican las características asociadas a cada uno de los tres suministros.

Tabla 44. Características de los suministros

| | Suministro 1 | Suministro 2 | Suministro 3 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Cantidad total suministrada (kg) | 19.998 | 19.990 | 29.992 |
| Peso camión vacío (kg) | 20.001 | 9.998 | 9.996 |
| Peso camión lleno (kg) | 39.999 | 29.988 | 39.988 |

Las pesadas de los camiones, tanto a la entrada como a la salida de la instalación, estarán en los entornos de los puntos de calibración de 10.000 y 20.000 kg (camión vacío) y 30.000 y 40.000 kg (camión lleno).

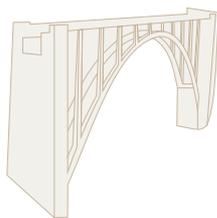
Punto de calibración en el entorno de 10.000 kg (10.000 kg):

$$U_{\text{combinada Suministro}} = \sqrt{[(0 / \sqrt{3})^2 + (16 / 2)^2 + (0 / \sqrt{1})^2 + (40 / \sqrt{3})^2]} = \pm 24,44 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} = 24,44 \cdot 2 = \pm 48,88 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} (\%) = (\pm 48,88 / 10.000) \cdot 100 = \pm 0,49 \%$$

Punto de calibración en el entorno de 20.000 kg (19.999 kg):



$$U_{\text{combinada Suministro}} = \sqrt{[(-1 / \sqrt{3})^2 + (14 / 2)^2 + (0 / \sqrt{1})^2 + (40 / \sqrt{3})^2]} = \pm 24,14 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} = 24,14 \cdot 2 = \pm 48,28 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} (\%) = (\pm 48,28 / 19.999) \cdot 100 = \pm 0,24 \%$$

Punto de calibración en el entorno de 30.000 kg (28.392 kg):

$$U_{\text{combinada Suministro}} = \sqrt{[(-8 / \sqrt{3})^2 + (27 / 2)^2 + (0 / \sqrt{1})^2 + (40 / \sqrt{3})^2]} = \pm 27,15 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} = 27,15 \cdot 2 = \pm 54,30 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} (\%) = (\pm 54,3 / 28.392) \cdot 100 = \pm 0,19 \%$$

Punto de calibración en el entorno de 40.000 kg (40.391 kg):

$$U_{\text{combinada Suministro}} = \sqrt{[(-9 / \sqrt{3})^2 + (28 / 2)^2 + (0 / \sqrt{1})^2 + (40 / \sqrt{3})^2]} = \pm 27,50 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} = 27,50 \cdot 2 = \pm 55,00 \text{ kg}$$

$$U_{\text{Expandida Suministro}} (\%) = (\pm 55,00 / 40.391) \cdot 100 = \pm 0,14 \%$$

Como se ha comentado anteriormente, la cantidad de combustible o material descargado, se calculará mediante la diferencia de pesadas del camión lleno en la entrada a las instalaciones y el camión vacío a la salida de las instalaciones. Si consideramos que las variables son independientes (incertidumbres no correlacionadas), la incertidumbre de la medida se calculará como:

$$U (\%) = \sqrt{(U_{\text{expandida camión vacío}}^2 (\%) + U_{\text{expandida camión lleno}}^2 (\%))}$$

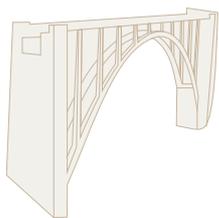
En base a la expresión anterior, las incertidumbres asociadas a cada uno de los suministros son:

Suministro 1:

$$U (\%) = \sqrt{(0,24^2 + 0,14^2)} = \pm 0,28 \%$$

Suministro 2:

$$U (\%) = \sqrt{(0,49^2 + 0,19^2)} = \pm 0,53 \%$$



Suministro 3:

$$U (\%) = \sqrt{(0,49^2 + 0,14^2)} = \pm 0,51 \%$$

Incertidumbre asociada al combustible almacenado al principio y al final del período de notificación

Para el cálculo del combustible almacenado al principio y al final del período de notificación deben tenerse en cuenta las incertidumbres asociadas a la variación del nivel del tanque de combustible y a la asociada a la determinación de la densidad, teniendo en cuenta la temperatura del combustible, tal como se indica en las siguientes ecuaciones.

$$U_{\text{STOCK combinada}} (\%) = \sqrt{(U_{\text{V combinada}}^2 (\%) + U_{\text{densidad T combinada}}^2 (\%))}$$

Donde:

$U_{\text{STOCK combinada}}$: Incertidumbre combinada del almacenamiento del combustible.

$U_{\text{V combinada}}$: Incertidumbre combinada de la variación del nivel del tanque.

$U_{\text{densidad T combinada}}$: Incertidumbre combinada de la densidad corregida por temperatura.

A) Incertidumbre asociada a la variación de niveles

Para determinar la incertidumbre asociada a la variación de nivel del tanque, se comprueba para la altura h el volumen de fuelóleo almacenado, teniendo en cuenta las tablas de cubicación, y la variación en el volumen almacenado por cada mm de altura de tanque ($V_{\Delta h}$). Así, la expresión de dicha incertidumbre es:

$$U_{\text{V combinada}} (\%) = ((\pm U_{\text{nivel combinada}} \cdot V_{\Delta h}) / V_h) \cdot 100$$

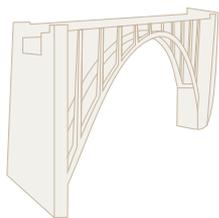
Donde:

$U_{\text{Nivel combinada}}$: Incertidumbre combinada de la medida de nivel en el tanque.

$V_{\Delta h}$: Incremento de volumen almacenado por mm de altura de líquido en el tanque.

V_h : Volumen almacenado en tanque correspondiente a la altura h obtenida del medidor de nivel.

La determinación de la incertidumbre en la medida del nivel de fuelóleo ($U_{\text{Nivel combinada}}$), se realizará con los certificados de calibración de los medidores de nivel, de forma análoga a la incertidumbre asociada a la pesada.



$$U_{\text{nivel combinada}} = \sqrt{[(U_{\text{Expandida de calibración}} / K)^2 + (U_{\text{res}} / 2\sqrt{3})^2 + (\Delta X_c / \sqrt{3})^2]}$$

Donde:

U_{res} : Incertidumbre asociada a la resolución o división de escala del equipo.

$U_{\text{expandida de calibración}}$: Incertidumbre asociada a la calibración del equipo.

ΔX_c : Incertidumbre asociada a la corrección no realizada.

Es preciso indicar que el cálculo de la incertidumbre asociada a la variación de niveles se detalla en el presente ejemplo a modo didáctico, de forma que puede darse el caso que una instalación no disponga de todos los datos que se requieren, y deba adaptar el cálculo de la incertidumbre a sus parámetros disponibles más representativos.

B) Incertidumbre asociada a la corrección del dato de densidad por temperatura

Para corregir la densidad por temperatura se mide la temperatura en el tanque mediante el medidor de temperatura existente. La densidad a la temperatura T del tanque se determina según la siguiente expresión de acuerdo con la norma ASTM D 1250:

$$\rho_T = \rho_{15} \cdot e^{-\alpha_T \cdot \Delta T \cdot (1+0,8 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T)}$$

ρ_T : densidad del fuelóleo a la temperatura de almacenamiento en tanque, en kg/m³.

ρ_{15} : densidad del fuelóleo 15 °C, en kg/m³.

ΔT : diferencia entre la temperatura del fuelóleo contenido en tanque y la temperatura de referencia (15 °C), en °C.

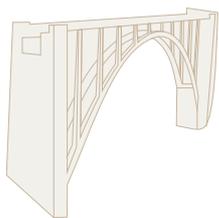
α_T : coeficiente de expansión volumétrico.

Teniendo en cuenta que la medición de la temperatura conlleva una incertidumbre de $\pm U_T$ °C, la incertidumbre del término exponencial se estima evaluando dicho término para T, T- U_T y T+ U_T , y se expresa en porcentaje dicha función exponencial:

$$[|f(T) - f(T - U_T)| / f(T)] \cdot 100 = U_{\text{exp 1}} (\%)$$

$$[|f(T) - f(T + U_T)| / f(T)] \cdot 100 = U_{\text{exp 2}} (\%)$$

Como incertidumbre del término exponencial se toma el mayor de estos dos valores:



$$U_{\text{exp}} = \max (U_{\text{exp } 1} (\%), U_{\text{exp } 2} (\%))$$

Por tanto la incertidumbre de la densidad corregida a la temperatura T se calcula como la incertidumbre de un producto de variables interdependientes (pues el término α_T depende de la densidad a 15°C):

$$U_{\text{densidad T combinada}} (\%) = U_{\text{densidad 15°C combinada}} (\%) + U_{\text{exp combinada}} (\%)$$

Donde:

$U_{\text{densidad 15°C combinada}}$: Incertidumbre asociada a la determinación de la densidad a 15°C.

$U_{\text{exp combinada}}$: Incertidumbre asociada a la corrección por temperatura.

Resultados de las incertidumbres asociadas al combustible almacenado al principio y al final del período de notificación

A continuación, se presentan, en forma de Tablas, los resultados para la incertidumbre asociada al stock al inicio y al final del período de notificación.

A) Incertidumbre asociada a la sonda de nivel

La incertidumbre asociada a la sonda de nivel del tanque de fuelóleo es la misma, tanto al principio como al final del período de notificación, ya que depende del certificado de calibración de ésta.

$$U_{\text{nivel combinada}} = \sqrt{[(U_{\text{Expandida de calibración}} / K)^2 + (U_{\text{res}} / 2\sqrt{3})^2 + (\Delta X_c / \sqrt{3})^2]}$$

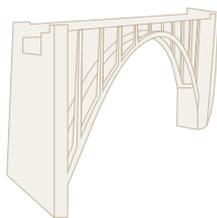
No obstante, en el ejemplo que se muestra, no se dispone de certificado de calibración del equipo. En ausencia de dicho certificado de calibración, y con fines didácticos, de cara a evaluar la incertidumbre en la determinación del nivel, se ha tenido en consideración la hoja de especificaciones técnicas de la sonda empleada. De los datos que se encuentran en las especificaciones técnicas de la sonda, el referente a la resolución de la misma se puede utilizar de cara a estimar la incertidumbre de resolución, que se puede considerar la contribución más representativa disponible. Por otro lado, no se tendrán en cuenta la contribución de la incertidumbre de calibración y de la incertidumbre por corrección no realizada, cuya obtención requeriría del mencionado certificado de calibración.

$$U_{\text{Nivel combinada}} = \sqrt{(1/2\sqrt{3})^2} = 0,289 \text{ mm}$$

Por lo tanto se considerará que la incertidumbre de resolución viene determinada por la resolución de la cinta métrica para medir el nivel del tanque, que el caso estudiado es de 1 mm.

B) Incertidumbre asociada a la variación de nivel

Para determinar la incertidumbre asociada a la variación de nivel, con la medición del dato de altura del



nivel de combustible, mediante las tablas de cubicaje, puede determinarse el volumen correspondiente a la altura.

$$U_{V \text{ combinada}} (\%) = ((\pm U_{\text{nivel combinada}} \cdot \Delta V_h) / V_h) \cdot 100$$

Tabla 45. Incertidumbre asociada a la variación de nivel

| | Inicio período notificación | Final período de notificación |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| h_1 (mm) | 3.765 | 809 |
| V_h (l) | 105.940 | 25.176 |
| ΔV_h (l/mm) | 28,1 | 31,1 |
| $U_{V \text{ combinada}}$ (%) | 0,0076 | 0,0356 |

C) Incertidumbre asociada a la corrección del dato de densidad por temperatura

Para determinar la corrección de la densidad por temperatura, se mide la temperatura del tanque a través de una sonda, corrigiéndose la densidad a la temperatura de referencia (15°C).

$$U_{\text{densidad T combinada}} (\%) = U_{\text{densidad 15°C combinada}} (\%) + U_{\text{exp combinada}} (\%)$$

La incertidumbre asociada a la determinación de la densidad a la temperatura de referencia ($U_{\text{densidad 15°C}}$) aparece en el certificado de calidad del combustible.

La incertidumbre asociada a la variación de temperatura (U_{exp}) viene dada por las siguientes expresiones, teniendo en cuenta que de las dos opciones se tomará aquella que implique una incertidumbre mayor:

$$[(f(T) - f(T - U_T)) / f(T)] \cdot 100 = U_{\text{exp 1}} (\%)$$

$$[(f(T) - f(T + U_T)) / f(T)] \cdot 100 = U_{\text{exp 2}} (\%)$$

Por ejemplo en el caso del stock del tanque de la instalación al inicio del período de notificación, el cálculo es:

$$f(T) = e^{-0,001 \cdot (54-15) (1+0,8 \cdot 0,001 \cdot (54-15))} = 0,9606$$

$$f(T+U_T) = e^{-0,001 \cdot (54+0,13-15) (1+0,8 \cdot 0,001 \cdot (54+0,13-15))} = 0,9604$$

$$f(T - U_T) = e^{-0,001 \cdot (54-0,13-15) (1+0,8 \cdot 0,001 \cdot (54-0,13-15))} = 0,9607$$

$$U_{\text{exp 1}} (\%) = [(0,9606-0,9607) / 0,9606] \cdot 100 = 0,0104\%$$



$$U_{\text{exp}2} (\%) = [|(0,9606-0,9604)| / 0,9606] \cdot 100 = 0,0208\%$$

En este caso los valores son prácticamente iguales, pero el $U_{\text{exp}2}$ es mayor, por lo que será el valor escogido.

Seguidamente, se muestra una tabla resumen con los parámetros que intervienen en el cálculo de la incertidumbre asociada a la corrección del dato de densidad por temperatura.

Tabla 46. Incertidumbre asociada a la corrección del dato de densidad por temperatura

| | Inicio período notificación | Final período de notificación |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| $U_{p15^{\circ}\text{C}} (\%)$ | 0,0011 | 0,0011 |
| $T (^{\circ}\text{C})$ | 54 | 55 |
| $U_T (^{\circ}\text{C})^1$ | 0,13 | 0,13 |
| $f(T)$ | 0,9606 | 0,9596 |
| $f(T+U_T)$ | 0,9604 | 0,9594 |
| $U_{\text{exp}} (\%)$ | 0,0208 | 0,0208 |
| $U_{pT} (\%)$ | 0,0219 | 0,0219 |

D) Incertidumbre asociada a la determinación global de los stocks al principio y al final de período de notificación

Una vez calculada la incertidumbre asociada al nivel (U_V) y la asociada a corrección del dato de densidad por temperatura ($U_{\text{densidad}T}$), se determina la incertidumbre asociada a la variación de stocks, tanto del inicio como del final del período de notificación:

$$U_{\text{STOCKi combinada}} (\%) = \sqrt{ [U_{V_i combinada}^2 (\%) + U_{\text{densidad } T_i combinada}^2 (\%)]}$$

$$U_{\text{STOCKf combinada}} (\%) = \sqrt{ [U_{V_f combinada}^2 (\%) + U_{\text{densidad } T_f combinada}^2 (\%)]}$$

Nota: El valor de 0,13 se corresponde a la incertidumbre asociada al medidor de temperatura, dato que se detalla en el certificado de calibración de dicho medidor.

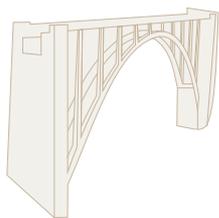


Tabla 47. Incertidumbre global asociada a los stocks

| | Inicio período notificación | Final período de notificación |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| $U_{V \text{ combinada}} (\%)$ | 0,0076 | 0,0356 |
| $U_{\rho T \text{ combinada}} (\%)$ | 0,0219 | 0,0219 |
| $U_{\text{STOCKI combinada}} (\%)$ | 0,0232 | 0,0418 |
| $U_{\text{STOCKI expandida}} (\%)$ | 0,0464 | 0,0836 |

Resultados de las incertidumbres global asociada al consumo de combustible

Una vez determinadas las incertidumbres expandidas de todos los equipos necesarios para el cálculo del consumo global de fuelóleo de la instalación, se puede calcular la incertidumbre global, mediante la siguiente expresión:

$$U_q (\%) = \left(\sqrt{[(U_{\text{STOCKI}} (\%) \cdot \text{STOCK}_i)^2 + (U_{\text{STOCKf}} (\%) \cdot \text{STOCK}_f)^2 + \sum_{j=1}^N (U_{\text{suministro}} (\%) \cdot Q_{\text{suministro}})^2]} \right) / Q^F$$

Cabe indicar que los valores de las cantidades almacenadas al inicio y al final del período de notificación se calculan mediante la siguientes expresiones:

$$m = \rho_T \cdot V$$

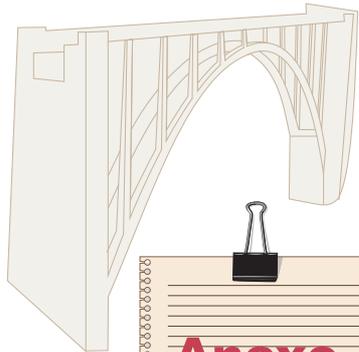
$$\rho_T = \rho_{15} \cdot e^{-\alpha_T \cdot \Delta T \cdot (1 + 0,8 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T)}$$

Tabla 48. Valores de las cantidades almacenadas al inicio y final del período de notificación

| | Inicio período notificación | Final período de notificación |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| h tanque (mm) | 3.765 | 809 |
| V (m³) | 105,9 | 25,2 |
| $\rho_{15} (\text{kg/m}^3)$ | 974,1 | 974,1 |
| $\rho_T (\text{kg/m}^3)$ | 935,7 | 934,7 |
| m (t) | 99,1 | 23,5 |

Finalmente, teniendo en cuenta las expresiones anteriores y, considerando las diferentes incertidumbres calculadas, se determina la incertidumbre total asociada al consumo de combustible.

$$U_Q = \sqrt{[(0,0464 \cdot 99,1)^2 + (0,0836 \cdot 23,5)^2 + (0,28 \cdot 19,998)^2 + (0,53 \cdot 19,990)^2 + (0,51 \cdot 29,992)^2]} / (99,1 - 23,5 + 19,998 + 19,990 + 29,992) = \pm 0,14\%$$



Anexo V

Informe de notificación de emisiones. Formato de la Consejería de Medio Ambiente

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

| | |
|--|--|
| Titular de la Instalación | |
| Nombre de la Razón Social: | |
| C.I.F.: | |
| Código RENADE: | |
| Dirección Razón Social | |
| Dirección: | |
| C.P.: | |
| Localidad: | |
| Provincia: | |
| País: | |
| Representación legal⁽¹⁾ | |
| Representante legal 1 | |
| Nombre: | |
| D.N.I.: | |
| Título de Representación Legal ⁽²⁾ : | |
| Representante legal 2 | |
| Nombre: | |
| D.N.I.: | |
| Título de Representación Legal ⁽²⁾ : | |
| Instalación | |
| Nombre Instalación: | |
| Dirección Instalación | |
| Dirección: | |
| C.P.: | |
| Localidad: | |
| Provincia: | |
| País: | |
| Otros datos de la instalación | |
| Código de AEGEI: | |
| Grupo ⁽³⁾ : | |
| IBE ⁽⁴⁾ : | |
| ¿La instalación debe realizar informes E-PRTR?: | |
| Número de identificación del E-PRTR ⁽⁵⁾ : | |
| Nº CNAE ⁽⁶⁾ : | |

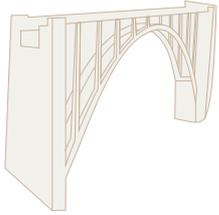
Firma Representantes Legales:

Firma del verificador:

Fdo:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

| Persona de contacto | |
|--|--|
| Nombre: | |
| Cargo: | |
| Teléfono: | |
| Fax: | |
| Correo electrónico: | |
| Datos del Informe anual | |
| Año de informe ⁽⁷⁾ : | |
| Organismo de verificación ⁽⁸⁾ : | |
| Tipo de actividades realizadas según el anexo 1 de la Ley 1/2005 | |
| Actividad 1: | |
| Actividad 2: | |
| Actividad N: | |

- (1) Añadir tantos representantes legales como sea necesario.
 (2) Indicar el título de representación legal (apoderado, administrador único, consejero delegado,...) y si el poder de representación es solidario o mancomunado.
 (3) Indicar el Grupo al que pertenece la instalación según el nivel de las emisiones totales de CO₂ de la misma: Grupo A menos de 50.000 t/año, Grupo B entre 50.000 y 500.000 t/año, Grupo C más de 50.000 t/año.
 (4) Indicar si se trata de una "Instalación de Bajas Emisiones" (IBE): instalación con menos de 25.000 t CO₂ anuales. Es un dato recogido en su Autorización.
 (5) Sólo debe cumplimentarse por las instalaciones que tengan que realizar informes E-PRTR. La información no es obligatoria y se utiliza para disponer de más datos de identificación, aparte del nombre y la dirección dados.
 (6) Indicar el número del sector de la CNAE al que pertenece la instalación, según establece la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009), aprobada en el Real Decreto 475/2007, de 13 de abril. En el caso de tratarse de una instalación de cogeneración, indicar además el número del sector de la CNAE al que da servicio dicha cogeneración.
 (7) Año al que corresponden las emisiones notificadas en el presente informe.
 (8) Indicar el organismo que ha realizado la verificación del informe y la entidad por la que está acreditado para realizar esta función.

Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
 Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

2.- RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES Y EMISIONES Y DATOS DE PRODUCCIÓN DENTRO DE UNA INSTALACIÓN

| EMISIONES DE ACTIVIDADES DEL ANEXO 1 | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Actividades | Categoría CRF del IPCC (9) Emisiones de combustión | Categoría CRF del IPCC (10) Emisiones de proceso | Código IPCC de la categoría E-PRTR | ¿Cambio nivel? (11) | Emisiones (t CO ₂) |
| Actividad 1 | | | | | |
| Actividad 2 | | | | | |
| Actividad N | | | | | |
| Total | | | | | |

(9) Categoría CRF (Common Reporting Framework) del IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) de las emisiones de combustión.

(10) Categoría CRF (Common Reporting Framework) del IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) de las emisiones de proceso.

(11) Indicar si el nivel aplicado a alguno de los parámetros para el cálculo de las emisiones de la actividad es distinto del que le correspondiera según Cuadro I del Anexo I de la Decisión 2007/589/CE.

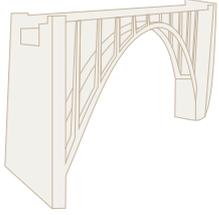
| Datos de carácter informativo | | | |
|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| CO ₂ transferido o inherente | | | |
| Unidad | Cantidad transferida o inherente | Material o combustible transferido | Tipo de transferencia (12) |
| Actividad 1 | [tCO ₂] | | |
| Actividad 2 | | | |
| Actividad N | | | |
| Total | | | |

(12) Inherente a / fuera de la instalación, transferido a / fuera de la instalación.

(13) Solo debe cumplimentarse si las emisiones han sido determinadas por medición.

Firma Representantes Legales:
 Fdo:

Firma del verificador:
 Fdo:



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

2.- RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES Y EMISIONES Y DATOS DE PRODUCCIÓN DENTRO DE UNA INSTALACIÓN

| DATOS DE PRODUCCIÓN DE ACTIVIDADES DEL ANEXO 1 | | | |
|--|----------|--|----------|
| Producción anual | Cantidad | | Unidades |
| Producción de crudo | | | |
| Producción de cemento gris | | | |
| Producción de cemento blanco | | | |
| Producción de clinker gris | | | |
| Producción de clinker blanco | | | |
| Otros | | | |

| Cogeneración ⁽¹⁴⁾ | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|--|----------------------------------|
| Datos cogeneración | | | |
| Potencia eléctrica instalada (MW) | Rendimiento eléctrico (%) | Horas de funcionamiento de la cogeneración (h) | Energía eléctrica generada (MWh) |
| | | | |

| Calor útil a proceso productivo | |
|---|--|
| Indicar la forma de aprovechamiento del calor (generación vapor, aprovechamiento directo gases escape...) | Calor aplicado a proceso productivo (TJ) |
| Proceso 1 | |
| Proceso 2 | |

(14) Las instalaciones que desarrollan actividades de los epígrafes 1.a o 1.b que además disponen de equipos de combustión correspondientes al epígrafe 1.c, deben indicar los datos de producción de estos equipos de forma independiente a los correspondientes a la actividad 1.a o 1.b.

En la cumplimentación de los datos correspondientes a la cogeneración se han de tener en cuenta las siguientes definiciones:

- Potencia eléctrica instalada (MW): potencia eléctrica total de la planta. En los casos en los que la instalación disponga de más de un motor/turbina, se deben aportar las potencias eléctricas individuales. Si no es posible, se deberá indicar que la potencia total hace referencia a la suma de potencias de todos los motores/turbinas de la planta de cogeneración.
- Rendimiento eléctrico (%): relación porcentual entre la energía eléctrica generada y la energía térmica consumida para ello. Si se dispone de más de un motor/turbina se deberá aportar el rendimiento eléctrico de cada uno. Si no es posible, se deberá indicar que el rendimiento corresponde a toda la planta de cogeneración.
- Horas de funcionamiento de la cogeneración (h): horas que ha funcionado la planta de cogeneración. En el caso de disponer de más de un motor/turbina con horas de funcionamiento diferentes, aportar los datos para cada motor/turbina individual. Si los motores/turbinas han funcionado el mismo número de horas, completar sólo el número de horas de uno de los motores/turbinas e indicarlo en la tabla.
- Energía eléctrica generada (MWh): energía eléctrica generada en la planta. En caso de disponer de varios motores/turbinas aportar la energía eléctrica generada por cada uno de ellos. Si no es posible individualizar este término, indicarlo en la tabla y aportar la energía eléctrica total generada.

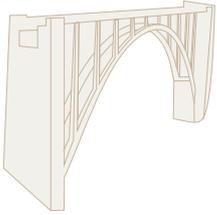
Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



3.- EMISIONES DE COMBUSTIÓN

Se deben clasificar los combustibles en Combustibles Fósiles, Combustibles procedentes de Biomasa o Mezclas de Combustibles Fósiles y procedentes de Biomasa. Se añadirán tantos bloques de filas como sean necesarios para informar de cada uno de los combustibles empleados en la instalación.

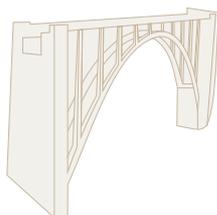
| | | | | |
|--|---|-------------------------|-------|----------------|
| Actividad N del Anexo 1: | | | | |
| Combustibles fósiles | | | | |
| Combustible 1 ⁽¹⁵⁾ | | | | |
| Nº del catálogo residuos⁽¹⁶⁾ | | Planteamiento | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones | t CO₂ | | |
| Combustible N ⁽¹⁵⁾ | | | | |
| Nº del catálogo residuos⁽¹⁶⁾ | | Planteamiento | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones | t CO₂ | | |

Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

| Combustibles de biomasa pura | | | | |
|---|---|-------------------------|-------|----------------|
| Combustible B1 ⁽¹⁵⁾ | | | | |
| Nº del catálogo residuos ⁽¹⁶⁾ | Planteamiento | | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones | t CO₂ | | |
| Combustible BN ⁽¹⁵⁾ | | | | |
| Nº del catálogo residuos ⁽¹⁶⁾ | Planteamiento | | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones | t CO₂ | | |

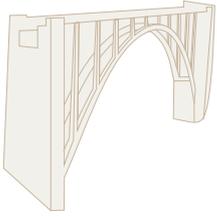
Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

| Mezclas de combustible fósil y biomasa | | | | |
|---|--|------------------------|-------|----------------|
| Combustible M1 ⁽¹⁵⁾ | | | | |
| Nº del catálogo residuos ⁽¹⁶⁾ | | Planteamiento | | |
| Mezcla de combustible fósil y biomasa | | | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones mezcla | tCO ₂ | | |
| Fracción de biomasa | | | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de la Actividad | TJ | | |
| | Consumo (base seca): (t, Nm ³) | | | |
| | Valor Calorífico Neto: (TJ/t, TJ/Nm ³) | | | |
| | Factor de emisión | tCO ₂ /TJ | | |
| | Factor de oxidación | Adimensional | | |
| | Total emisiones fracción biomasa | tCO ₂ | | |
| Fracción combustible fósil | | | | |
| | Total emisiones fracción combustible fósil (mezcla - fracción de biomasa) | tCO₂ | | |

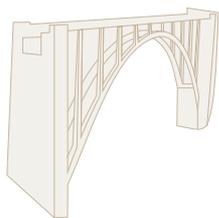
Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCIA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

| Contenido energético de combustibles de biomasa ⁽¹⁷⁾ | |
|--|--|
| Total de biomasa utilizada (TJ) | |

| Emisiones de Combustión Totales para Actividad ⁽¹⁸⁾ | |
|---|--|
| Total de emisiones (tCO₂) | |

(15) Consignar la denominación del combustible recogida en la Autorización en vigor.

(16) Para los combustibles catalogados como residuos, se debe informar de su nombre y código (6 dígitos) según la clasificación de la Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000.

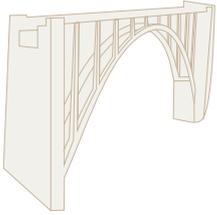
(17) Es igual a la suma de los contenidos de energía de los combustibles de biomasa (biomasa pura y fracción de biomasa de mezclas de combustible fósil con biomasa).

(18) Es igual a la suma de las emisiones de combustibles fósiles y de las emisiones correspondientes a la fracción fósil de mezclas de combustible fósil con biomasa.

| |
|-------------------------------|
| Firma Representantes Legales: |
| |
| Fdo: |

| |
|------------------------|
| Firma del verificador: |
| |
| Fdo: |

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

4.- EMISIONES DE PROCESO CEMENTO

Se añadirán tantos bloques de filas como sean necesarios para informar de cada uno de los materiales consumidos en la instalación.

| | | | | |
|--|--|------------------------|-------|----------------|
| Actividad N del Anexo 1: | | | | |
| Materias primas no procedentes de biomasa | | | | |
| Material 1 | | Planteamiento | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de Actividad (t clinker, t crudo) | | | |
| | Clinker debido a las cenizas del combustible (t clinker) | | | |
| | Crudo desviado al molino de cemento (t crudo) | | | |
| | Factor de emisión (tCO ₂ /t crudo, tCO ₂ /t clinker) | | | |
| | Factor crudo/clinker (t crudo/t clinker) | | | |
| | Contenido en carbonatos (t carbonatos/t crudo) | | | |
| | Contenido en óxidos alcalinos (t óxidos/t crudo, t óxidos/t clinker) | | | |
| | Factor de conversión | Adimensional | | |
| | Total emisiones | tCO₂ | | |
| Polvos desechados del horno | | | | |
| Material P | | Planteamiento | | |
| | Parámetros | Unidad | Datos | Nivel aplicado |
| | Datos de Actividad (t polvos) | | | |
| | Factor de emisión (tCO ₂ /t polvos) | | | |
| | Grado de calcinación | Adimensional | | |
| | Factor de conversión | Adimensional | N/A | N/A |
| | Total emisiones | tCO₂ | | |

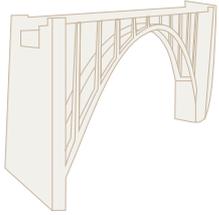
| | |
|--|--|
| Emisiones de Proceso Totales para Actividad | |
| Total de emisiones (tCO₂) | |

Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

5.- INFORMACIÓN ADICIONAL

Adicionalmente, la instalación deberá aportar:

1) El dato anual de energía eléctrica consumida.

| Consumo anual | Cantidad | Unidades |
|-----------------------------|----------|----------|
| Energía eléctrica consumida | | MWh/año |

Además, si procede:

2) Se informará de los cambios temporales o permanentes de niveles, de los motivos de esos cambios, la fecha inicial de los cambios permanentes, y las fechas inicial y final de los cambios temporales. Cuando se cambien niveles dentro de un periodo de notificación, los resultados correspondientes a la fuente o flujo fuente afectado se calcularán y comunicarán como secciones separadas del informe anual.

3) Se indicarán todos los cambios producidos en la instalación durante el periodo de notificación que puedan ser importantes para el informe anual.

4) Si se ha producido la certificación de la fecha de entrada en funcionamiento de la instalación o de una ampliación de la misma durante el periodo de notificación, se indicará la fecha a partir de la cual se ha realizado el seguimiento y cálculo de las emisiones de las fuentes o flujos fuente afectados por la entrada en funcionamiento.

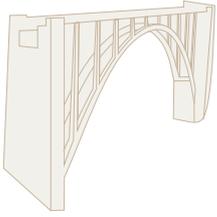
Firma Representantes Legales:

Fdo:

Firma del verificador:

Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
 Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

6.- ANEXO

Con objeto de disponer de datos actualizados para el tercer periodo de aplicación del comercio de derechos de emisión, para el año 2009 se debe aportar, junto con el Informe Anual de Emisiones, un listado de todos los equipos de combustión existentes en la instalación junto con la potencia térmica nominal de cada uno de ellos en MW. Asimismo, en aquellos casos en los que los equipos de combustión no consuman combustibles fósiles, se deberá especificar la potencia eléctrica en MW.

| Equipos de combustión | Potencia térmica (MW) | Potencia eléctrica (MW) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Equipo 1 | | |
| Equipo 2 | | |
| Equipo 3 | | |
| | | |
| Total | | |

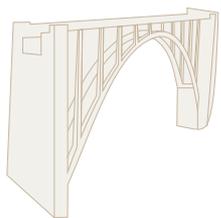
Firma Representantes Legales:

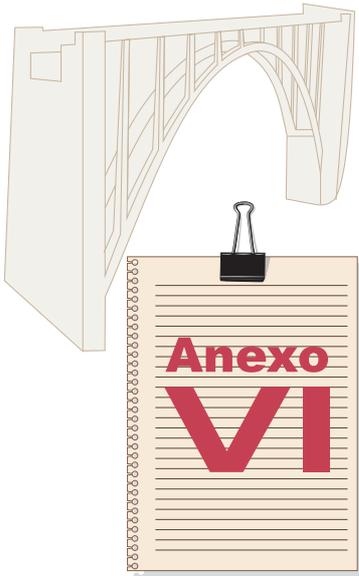
Fdo:

Firma del verificador:

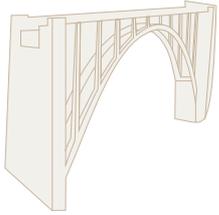
Fdo:

MODELO IN CEMENTO_DEC589_V3.DOC





**Informe de verificación de emisiones
de gases de efecto invernadero.
Formato de la Consejería de Medio Ambiente**



| | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|
| Logo organismo de acreditación |  | Logo entidad verificadora |
|--------------------------------|---|---------------------------|

REFERENCIA DEL INFORME

Página 1 de 3

INFORME DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

PERIODO DE REFERENCIA

DATOS DEL TITULAR (RAZÓN SOCIAL)

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Nombre de la Razón Social | NIF/CIF |
| Dirección Social | Municipio-Provincia |
| | Código postal |

DATOS DE LA INSTALACIÓN

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Nombre de la Instalación | Epígrafe/s Anexo I de la Ley 1/2005 | |
| Dirección de la Instalación | Municipio-Provincia | |
| | Código postal | |
| Autorización emisiones GEI en vigor | Código RENADE | Cantidad de derechos asignados para el periodo verificado |
| | | t CO ₂ |

DATOS DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Nombre entidad verificadora | Nº. de acreditación |
|-----------------------------|---------------------|

EQUIPO VERIFICADOR

| Verificador/a jefe | Revisor/a técnico/a | | | | |
|-------------------------|---------------------|--------|-----|--------|-----|
| Nombre | NIF | Nombre | NIF | | |
| Verificador/a adicional | | | | | |
| Nombre | NIF | Nombre | NIF | Nombre | NIF |

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| Referencia del procedimiento de verificación de la entidad | Fecha/s visita "in situ" en el establecimiento | AEGEI/s de referencia en verificación |
|--|--|---------------------------------------|

| | | |
|---|--|--|
| Referencia informe anual de emisiones del titular | Referencia informe anual de emisiones año anterior | Periodo de referencia del Informe de emisiones |
|---|--|--|

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Emisiones verificadas | t CO ₂ |
|-----------------------|-------------------|

DICTAMEN DEFINITIVO DE LA VERIFICACIÓN

En cumplimiento del artículo 22 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, el Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, por el cual se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero, y la Decisión 2007/589/CE, de 18 de julio, por la que se establecen directrices para el seguimiento y notificación de las emisiones, el/la verificador/a en jefe manifiesta el dictamen de verificación siguiente:

- Verificado como satisfactorio.** El informe anual de emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio porque, a juicio del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud y que el informe no existen irregularidades.
- Verificado como satisfactorio con irregularidades o inexactitudes no importantes.** El informe anual de emisiones presentado por el titular se considera satisfactorio porque, a juicio del verificador, existe una certeza razonable de que el cálculo de las emisiones totales no contiene ninguna inexactitud importante y que en el informe no existen irregularidades importantes, aunque sí se detectan irregularidades o inexactitudes no importantes. **Las irregularidades e inexactitudes se detallan en el apartado correspondiente.**
- Verificado como no satisfactorio.** El informe anual de emisiones presentado por el titular se considera no satisfactorio porque, a juicio del verificador, presenta irregularidades importantes o inexactitudes importantes. **Las irregularidades importantes o inexactitudes importantes se detallan en el apartado correspondiente.**



| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Logo organismo de acreditación</i> | <i>Logo entidad verificadora</i> |
|---------------------------------------|----------------------------------|

REFERENCIA DEL INFORME
Página 2 de 3

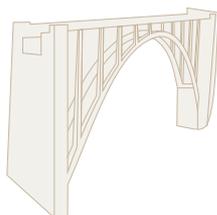
IRREGULARIDADES NO IMPORTANTES

INEXACTITUDES NO IMPORTANTES

IRREGULARIDADES IMPORTANTES

INEXACTITUDES IMPORTANTES

PROPUESTAS DE MEJORA



| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Logo organismo de acreditación | Logo entidad verificadora |
|--------------------------------|---------------------------|

REFERENCIA DEL INFORME

Página 3 de 3

OBSERVACIONES ADICIONALES

DECLARACIÓN DEL/DE LA VERIFICADOR/A JEFE

Por la presente declaro que:

- El Informe de emisiones de referencia [IDENTIFICACIÓN] se ha verificado de acuerdo con los requisitos establecidos en la Ley 1/2005, de 9 de marzo, en el Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, y en la Decisión 2007/589/CE, de 18 de julio;
- La información y los datos contenidos en esta Declaración de Conformidad son exactos, y;
- El Informe de verificación, de referencia [IDENTIFICACIÓN], contiene todas las pruebas y sus referencias que demuestran que se ha ejecutado plenamente el análisis estratégico, el análisis de riesgo y el plan de verificación, así como información suficiente para respaldar los dictámenes de verificación y la comprobación de la adecuación del seguimiento realizado por el operador con la autorización de emisiones de gases de efecto invernadero y el plan de seguimiento aprobado por la Autoridad Competente. Este informe está a disposición de la Autoridad Competente y, en su caso, del Organismo de Acreditación para una posible evaluación de la actuación realizada.

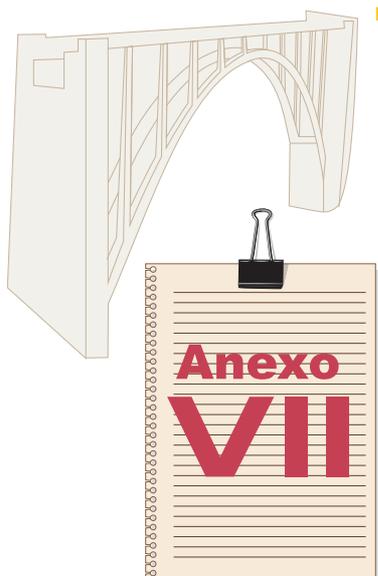
Y, para que conste, firmo esta Declaración de Conformidad, con el visto bueno del revisor/a técnico/a, a

[Localidad] , a [Día] de [Mes] de [Año]

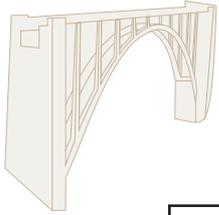
Firma verificador/a jefe

Sello entidad verificadora

Visto bueno revisor/a técnico/a



Autorización del titular al organismo de verificación para la entrega de los informes de notificación y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero y documentos resultantes del proceso de verificación por vía electrónica



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Cambio Climático y Medio ambiente Urbano

ENTREGA DE LOS INFORMES DE NOTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR VÍA ELECTRÓNICA

La Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, establece en su artículo 22, la obligación del titular de cada instalación con Autorización de emisión de GEI, de presentar antes del 28 de febrero de cada año, un informe sobre las emisiones del año precedente, verificado por un organismo de verificación, y un informe con los resultados del proceso de verificación del mismo.

Con objeto de facilitar y agilizar el trámite administrativo, se ha habilitado por esta Consejería una aplicación informática en la página web de la misma, en la que se puede realizar la entrega de los informes de notificación de emisiones y de verificación por parte de los organismos de verificación, que se identifican con certificado digital. Esta entrega por vía electrónica sustituye a la entrega en papel en los Registros de la Consejería de Medio Ambiente a los efectos previstos en el Artículo 22 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo.

Para ello, es necesario que el titular de la instalación autorice al correspondiente organismo de verificación para que éste realice la entrega de los informes, para lo que deberá cumplimentar un modelo de Autorización al organismo de verificación como el que figura a continuación. Dicha Autorización debe entregarse junto con los informes y los documentos resultantes del proceso de verificación antes del 28 de febrero.

AUTORIZACIÓN AL ORGANISMO DE VERIFICACIÓN PARA LA ENTREGA DE LOS INFORMES DE NOTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y DOCUMENTOS RESULTANTES DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN
(Art. 22 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo)

D/Dña: _____ con DNI: _____, en nombre y representación _____ de _____ la _____ instalación _____ de la sociedad _____ autoriza a _____ *[Organismo de Verificación]* para la entrega de los informes de notificación y verificación de la citada instalación, correspondientes al año 20____, utilizando la aplicación informática de la Consejería de Medio Ambiente.

En _____, a _____ de _____ de 20____,

Firmado: *[Titular]* *[Verificador]*

Sevilla, a XX de febrero de 2009



Avda. Manuel Siurot, 50. 41013 Sevilla
Teléfs. 95 500 35 00 – 95 500 34 00. Fax: 95 500 37 79

Consejería de Medio Ambiente
Avda. Manuel Siurot s/n, 41071 SEVILLA
www.juntadeandalucia.es/medioambiente

EGMASA, Empresa de Gestión Medioambiental
www.egmasa.es

