

CAPÍTULO 2

MÉTODOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Autores

Justin Goodwin (Reino Unido), Mike Woodfield (Reino Unido)

Mirghani Ibnoaf (Sudán), Matthias Koch (Alemania), y Hong Yan (China)

Autores colaboradores

Christopher Frey (Estados Unidos), Rosemary Montgomery (División de Estadística de las Naciones Unidas),
Tinus Pulles (Países Bajos), Deborah Ottinger Schaeffer (Estados Unidos), y Karen Treanton (AIE)

Índice

2	Métodos para la recopilación de datos	
2.1	Introducción.....	2.4
2.2	Recopilación de datos.....	2.5
2.2.1	Recopilación de datos existentes.....	2.6
2.2.2	Generación de datos nuevos.....	2.8
2.2.3	Adaptación de los datos para su uso en el inventario.....	2.10
2.2.4	Factores de emisión y medición directa de las emisiones.....	2.12
2.2.5	Datos de la actividad.....	2.18
	Referencias.....	2.20
	Anexo 2A.1 Protocolo para solicitud del dictamen de expertos.....	2.21
	Anexo 2A.2 Orientación general para la realización de sondeos.....	2.23

Figuras

Figura 2.1	Proceso destinado a la inclusión de datos en la EFDB.....	2.15
------------	---	------

Cuadros

Cuadro 2.1	Elementos genéricos del programa de medición.....	2.9
Cuadro 2.2	Fuentes potenciales de datos bibliográficos.....	2.14
Cuadro 2.3	Métodos de medición estándar para el gas de escape.....	2.17
Cuadro 2A.1	Ejemplo de documentación del dictamen de expertos.....	2.22

Recuadros

Recuadro 2.1	Ejemplo de uso de datos alternativos para aproximar los datos de la actividad.....	2.8
Recuadro 2.2	Diferencia existente entre datos de censos y de sondeos.....	2.18

2 MÉTODOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

2.1 INTRODUCCIÓN

La recopilación de datos¹ es una parte integral en la elaboración y actualización de un inventario de gases de efecto invernadero. Se deben establecer actividades formalizadas de recopilación de datos, adaptarlas a las circunstancias nacionales de los países y revisarlas en forma periódica como parte de la instrumentación de *buenas prácticas*. En la mayoría de los casos, la generación de fuentes de datos nuevas se verá limitada por los recursos disponibles y será necesario priorizar, tomando en cuenta los resultados del análisis de *categoría principal* establecido en el Capítulo 4, Opción metodológica e identificación de categorías principales. Resultan necesarios los procedimientos de recopilación de datos para buscar y procesar los datos existentes (es decir, los compilados y guardados para otros usos estadísticos diferentes del inventario), así como para generar nuevos datos por sondeos o campañas de medición. Entre otras actividades se incluyen mantener flujos de datos, mejorar las estimaciones, generar estimaciones para categorías nuevas y/o reemplazar las fuentes de datos existentes cuando ya no están disponibles las fuentes utilizadas en la actualidad.

Los principios metodológicos de la recopilación de datos que respaldan las *buenas prácticas* son los siguientes:

- Énfasis en la recopilación de datos necesarios para mejorar las estimaciones de las *categorías principales* que son las más grandes, presentan el mayor potencial de cambio o la mayor incertidumbre.
- Selección de procedimientos para la recopilación de datos que repetidamente mejoran la calidad del inventario, de acuerdo con los objetivos de calidad de los datos.
- Instrumentación de actividades de recopilación de datos (priorización de recursos, planificación, instrumentación, documentación, etc.) que se traducen en la mejora continua de los conjuntos de datos usados en el inventario.
- Recopilación de datos / información a un nivel de detalle adecuado al método usado.
- Revisión de las actividades de recopilación de datos y de las necesidades metodológicas con regularidad, para guiar la mejora progresiva y eficaz del inventario.
- Inclusión de acuerdos con los proveedores de los datos para suministrar flujos de información coherentes y continuos.

Este capítulo ofrece una orientación general para la recopilación de datos nacionales e internacionales existentes y nuevos. El material está destinado tanto a los países que establecen por vez primera una estrategia para la recopilación de datos como para los que ya cuentan con procedimientos arraigados de recopilación de datos. Es aplicable a la recopilación de datos sobre los factores de emisión, la actividad y la incertidumbre. Cubre:

- la creación de una estrategia de recopilación de datos que permita alcanzar los objetivos de calidad de estos en cuanto a la oportunidad, coherencia, exhaustividad, comparabilidad, exactitud y transparencia, por medio de la orientación provista en el Capítulo 6, Garantía y control de la calidad y verificación, de este volumen,
- las actividades de adquisición de datos, incluidos la generación de datos de nuevas fuentes, el manejo de datos restringidos y confidencialidad, y la utilización del dictamen de expertos,
- la transformación de los datos en bruto en un formato útil para el inventario.

Las recomendaciones relativas a la selección de factores de emisión se concentran en comprender y generar datos medidos, así como abordar el problema de dónde buscar los factores por defecto y cuándo usarlos. La orientación sobre los datos de la actividad hace hincapié en la generación y utilización de datos nuevos procedentes de censos y sondeos, así como en orientar sobre el uso de los conjuntos de datos internacionales existentes.

El capítulo hace uso de la información proveniente de un amplio abanico de instituciones y, en los casos en los que fue posible, se han identificado y referido documentos adicionales, para que los usuarios puedan buscar información más detallada. Las cuestiones relativas a la recopilación de datos específicos del sector –como seleccionar los datos de la actividad correctos para una determinada categoría de emisiones por fuentes y absorciones por sumideros– se describen en los Volúmenes 2 a 5 específicos por sector.

¹ Se puede definir el término «datos» como la información fáctica (p. ej. mediciones o estadísticas) utilizada como base para el razonamiento, el debate o el cálculo. La recopilación de datos es la actividad que consiste en adquirir y compilar información procedente de diferentes fuentes.

2.2 RECOPIACIÓN DE DATOS

En esta sección se incluye una orientación general para recopilar los datos existentes, generar datos nuevos y adaptar datos para usarlos en el inventario. Es aplicable a la recopilación de datos sobre los factores de emisión, la actividad y la incertidumbre. Analiza por separado las cuestiones específicas relativas a los datos nuevos y a los existentes. Posteriormente, se presenta una orientación específica para la recopilación y el cálculo de los factores de emisión y la recopilación de datos de la actividad y de incertidumbre. En todo el transcurso de las actividades de recopilación de datos, el compilador del inventario debe llevar registros de GC/CC sobre los datos recopilados, de acuerdo con la orientación provista en el Capítulo 6 del Volumen 1. Al recopilar datos, es una *buena práctica* ser conscientes de las necesidades futuras de recopilación.

Mantener el suministro de datos del inventario

Constituye una *buena práctica* lograr la participación de los proveedores de datos en el proceso de compilación y mejora del inventario, a través de actividades tales como:

- Una estimación inicial para la categoría, en la que se señalen las incertidumbres potencialmente altas y se invite a los posibles proveedores de datos a colaborar en la mejora de las estimaciones,
- Talleres científicos o estadísticos sobre las entradas y salidas del inventario,
- Contratos o acuerdos específicos para la provisión frecuente de datos,
- Actualizaciones informales frecuentes / anuales respecto de los métodos que utilizan sus datos,
- Determinación del mandato o las notas de entendimiento para el gobierno y/o las organizaciones dedicadas al comercio, que suministren datos para clarificar qué se necesita para el inventario, cómo se lo deriva y proporciona al compilador del inventario y cuándo.

Estas actividades ayudan a garantizar la disponibilidad de los datos más adecuados para el inventario y su comprensión correcta por parte del compilador. Ayuda, asimismo, a establecer vínculos con las organizaciones que proveen los datos.

En los casos en los que corresponda, puede ser útil explorar los acuerdos jurídicos existentes o nuevos, como forma de garantizar la provisión de datos al inventario.

Datos restringidos y confidencialidad

Los proveedores de datos pueden restringir el acceso a la información por su carácter confidencial, sin publicar o aún sin terminar. Típicamente, es un mecanismo destinado a evitar el uso no apropiado de los datos, la explotación comercial no autorizada, o la sensibilidad ante posibles imperfecciones de los datos. No obstante, a veces la organización simplemente no tiene los recursos necesarios para compilar y controlar los datos. Es aconsejable, en la medida de lo posible, cooperar con los proveedores de datos para buscar las soluciones que les permitan resolver sus inquietudes:

- explicándoles el uso deseado de los datos,
- acordando, por escrito, hasta qué nivel serán públicos,
- identificando la mayor exactitud que se puede ganar si se los utiliza en los inventarios,
- ofreciendo cooperación para convertirlos en conjuntos de datos aceptables mutuamente,
- y/o dándole crédito / reconocimiento en el inventario a los datos provistos.

La protección de la confidencialidad es uno de los principios fundamentales de un organismo nacional de estadísticas (NSA, del inglés, *national statistical agency*² - véase: <http://unstats.un.org/unsd/methods/statorg/>). Los NSA tienen el compromiso de defender la información que revela sencillamente las operaciones, pertenencias, actitudes o cualquier otra característica de los encuestados. Si los encuestados no están convencidos de que la información que suministran al NSA sea absolutamente confidencial, la calidad de la información recabada puede verse afectada. Por lo tanto, se deben tratar y agregar los datos detallados individuales de modo de extraer la información importante para el usuario, sin divulgar los datos individuales. Es más probable que constituya un problema para las estadísticas comerciales -en especial cuando son pocas las empresas que dominan el sector- que para otros tipos de datos.

A veces, según el tamaño y la estructura de la muestra original, es posible agregar los datos en bruto de forma tal de proteger la confidencialidad y, a la vez, producir información útil para los fines del inventario de emisiones. Si, con todo, existe la necesidad de preservar la confidencialidad, el NSA o el organismo que recopiló los datos originalmente, suele ser el único que puede efectuar este tratamiento adicional de los datos en bruto.

² Todo organismo nacional de envergadura dedicado a la recopilación de datos oficiales se denomina, en la presente obra, organismo nacional de estadísticas.

Algunos países tienen arreglos especiales para ocultar los datos (es decir, hacerlos anónimos respecto de las empresas o las plantas) para permitir el acceso a los investigadores. Los compiladores del inventario pueden estudiar la posibilidad de realizar tales arreglos. No obstante, puesto que se necesitará este reprocesamiento en forma frecuente (anualmente, de ser posible), una mejor solución sería que los NSA lo incorporaran en sus propios programas de trabajo. Si bien exige una inversión inicial en procesamiento de datos, quizá sea más rápido y menos costoso en el largo plazo. Una vez instalado el sistema de reprocesamiento, se lo puede volver a utilizar cada vez que se repite el sondeo, con bajos costos marginales. Una ventaja adicional está dada por el hecho de que luego la información pertenecerá al dominio público, para que otros puedan validar las cifras declaradas en los inventarios.

Muchos organismos recopilan datos auxiliares durante las operaciones para otros fines, como ser el registro de empresas o vehículos, la recaudación de impuestos, el otorgamiento de licencias, la asignación de subvenciones y subsidios. Esa información suele estar cubierta también por cláusulas de confidencialidad. En general, esas cláusulas prevén el uso de datos para fines estadísticos, y los NSA tienen derecho de acceder a tales datos. Muchas veces estos datos administrativos son la base para la estratificación y selección de muestras y los NSA tienen experiencia en su manejo, quizá incluso a través del desarrollo de un software especializado que permita la extracción de la información necesaria, sin violar las normas de confidencialidad.

Por todos estos motivos, cuando es necesario reprocesar los datos existentes, se recomienda trabajar juntamente con los NSA o el servicio estadístico del ministerio que corresponda, no solo para proteger la confidencialidad, sino también por una cuestión de ahorro de costos.

Dictamen de expertos

El dictamen de expertos acerca de la elección metodológica y la elección de datos de entrada para usar es, en definitiva, la base de todo el desarrollo del inventario y los especialistas del sector pueden ser especialmente útiles para subsanar los vacíos existentes en los datos disponibles, para seleccionar datos de entre una gama de valores posibles, o tomar decisiones respecto de los rangos de incertidumbre, tal como se describe en la Sección 3.2.2.3. Es posible encontrar expertos con la formación adecuada en el gobierno, en las asociaciones de comercio e industria, en los institutos técnicos, en la industria y en las universidades.

El objetivo del dictamen de expertos puede ser escoger la metodología adecuada; el valor del parámetro de los rangos provistos; los datos de la actividad más adecuados para usar; la forma más apropiada de aplicar una metodología; o determinar la combinación correcta de tecnologías en uso. Se requiere un cierto nivel de dictamen de expertos para aplicar las técnicas estadísticas clásicas a los conjuntos de datos, puesto que se debe juzgar si los datos son una muestra aleatoria representativa y, de serlo, qué métodos conviene usar para analizarlos. Ello exige un dictamen tanto técnico como estadístico. En especial, se requiere la interpretación para todos los conjuntos de datos pequeños, muy sesgados o incompletos³. En todos los casos, el objetivo es ser lo más representativos posible para reducir el sesgo potencial e incrementar la exactitud. Los métodos formales destinados a obtener (o solicitar) los datos de los expertos se conocen como solicitud del dictamen de expertos; véase el Anexo 2A.1 para conocer los detalles.

2.2.1 Recopilación de datos existentes

Si bien la lista que se presenta a continuación no es exhaustiva, ofrece un punto de partida para las fuentes posibles de datos específicos de un país:

- Organismos nacionales de estadísticas
- Expertos del sector, organizaciones de partes interesadas
- Otros expertos nacionales
- Base de datos de emisiones del IPCC
- Otros expertos internacionales
- Organismos internacionales que publiquen estadísticas, p. ej. las Naciones Unidas, Eurostat o la Agencia Internacional de Energía, OCDE y el FMI (que lleva datos sobre la actividad internacional y económica)
- Bibliotecas de referencia (bibliotecas nacionales)
- Artículos científicos y técnicos que son parte de libros, publicaciones e informes sobre el medio ambiente.
- Universidades
- Búsquedas en la Web de organizaciones y especialistas
- Informes de inventarios nacionales de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

³ Cullen y Frey (1999), Frey y Rhodes (1996), y Frey y Burmaster (1999) describen los métodos para caracterizar las distribuciones de muestreo para la media.

Clasificación de los datos disponibles

Es mejor comenzar las actividades de recopilación de datos con una clasificación inicial de las fuentes de datos disponibles. Es un proceso iterativo en el que se crean los detalles de los datos disponibles. Este proceso de clasificación puede resultar lento y exigir cuestionamientos hasta poder llegar a un dictamen definitivo acerca de la utilidad de un conjunto de datos para el inventario.

El objetivo por el cual se recopilaron los datos originalmente puede ser un indicador importante de la fiabilidad. Las autoridades regulatorias y los organismos de estadísticas oficiales tienen la responsabilidad de tomar muestras representativas y mediciones exactas, por lo que con frecuencia adoptan los parámetros acordados. Muchas veces, las estadísticas oficiales (puesto que tienen un proceso de revisión más elaborado) demoran mucho en estar disponibles, pero los datos preliminares pueden estar disponibles con anterioridad. Se los puede usar siempre que esté documentada su validez y se la pueda contrastar con los objetivos de calidad de los datos establecidos por el sistema de gestión de la calidad descrito en el Capítulo 6.

Refinación de los requisitos de los datos

Una vez que el compilador del inventario haya seleccionado un conjunto de datos, a menos que se puedan utilizar los datos publicados en su forma original, el paso siguiente consistirá en desarrollar una especificación y una solicitud de datos más formales. Esta formalización permite la actualización anual eficaz (puesto que se sabe qué solicitar, a quién y cuándo), a la vez que se respetan los requisitos de GC/CC de la documentación (véase el Capítulo 6, Garantía y control de la calidad y verificación). Una definición clara de los requisitos de los datos garantiza que una vez entregados, sean lo esperado. La especificación debe incluir detalles tales como:

- Definición del conjunto de datos (p. ej. serie temporal, detalles de sectores y subsectores, la cobertura nacional, los requisitos de los datos de incertidumbre, los factores de emisión y/o las unidades de datos de la actividad),
- Definición del formato (p. ej. hoja de cálculo) y estructura (p. ej. qué cuadros se necesitan y de qué estructura) del conjunto de datos,
- Descripción de las hipótesis creadas respecto de la cobertura nacional, los sectores incluidos, el año representativo, el nivel de tecnología / gestión y los factores de emisión o los parámetros de incertidumbre,
- Identificación de las rutinas y escalas de tiempo para las actividades de recopilación de datos (p. ej. con qué frecuencia se actualiza el conjunto de datos y qué elementos se actualizan),
- Referencia a la documentación y a los procedimientos de GC/CC,
- Nombre y organización del contacto,
- Fecha de disponibilidad.

Puede resultar útil buscar el compromiso con estas especificaciones de parte de la organización que suministra los datos. Mantenerlas y actualizarlas con regularidad, si hay cambios en los requisitos de los datos, también puede ayudar a documentar las fuentes de datos y brindar una orientación actualizada para las actividades rutinarias de recopilación. No es infrecuente que se demore la entrega de conjuntos de datos, por lo que incluir rutinas de advertencia temprana para detectar y gestionar las demoras puede ser útil.

Selección entre los datos nacionales e internacionales publicados

En la mayoría de los casos, es preferible usar los datos nacionales puesto que las fuentes de datos nacionales suelen estar más actualizadas y brindar mejores vínculos a los originadores de los datos. La mayoría de los conjuntos de datos internacionales se basan en datos de origen nacional y, en algunos casos, los datos procedentes de organismos internacionales reconocidos pueden resultar más accesibles y más aplicables al inventario. En algunos casos, los grupos tales como las asociaciones internacionales de comercio o los organismos internacionales de estadísticas poseen conjuntos de datos específicos del país para las industrias u otros sectores económicos, que no están en poder de las organizaciones nacionales. Muchas veces, los datos internacionales fueron objeto de un control y una verificación adicionales y pueden haber sido ajustados con el fin de aumentar la coherencia, aunque esto no necesariamente redunde en mejores estimaciones si los datos ajustados se recombinan con la información nacional. Se alienta a los países a desarrollar y mejorar las fuentes de datos nacionales para no depender de los datos internacionales. La verificación cruzada de los conjuntos de datos nacionales con los datos internacionales disponibles puede ayudar a evaluar la exhaustividad y a identificar posibles problemas con algún conjunto de datos.

Datos sustitutos

Es preferible utilizar datos que estén directamente relacionados con el elemento que se está cuantificando, en vez de datos sustitutos (es decir, datos alternativos que tienen una correlación con los datos que reemplazan). Sin embargo, en algunos casos, los datos aplicables directamente pueden no estar disponibles o tener vacíos (p. ej. si los programas de sondeo y muestreo son infrecuentes). En estos casos, los datos sustitutos pueden ayudar a subsanar los vacíos y generar una serie temporal coherente o un promedio de país. Por ejemplo, si un país tiene información para aplicar un método de nivel superior para algunas de sus instalaciones pero no para todas, se pueden utilizar los datos sustitutos para cubrir estos vacíos. Los datos sustitutos deben guardar una relación física y estadística con las emisiones del conjunto de plantas para las cuales no hay información disponible. Se deben seleccionar estos datos alternativos sobre la base de las circunstancias y la información específicas del país, y de una relación entre los datos y las emisiones (es decir, un factor de emisión) elaborados a partir de la

información de un subconjunto representativo de plantas cuyas emisiones son conocidas. El uso de datos sustitutos para obtener una estimación inicial de una emisión o absorción puede ayudar a priorizar los recursos.

Para seleccionar y usar datos sustitutos para estimar las emisiones o absorciones, es una *buena práctica* que los países sigan los pasos que se detallan a continuación:

- (i) Confirmar y documentar la relación física existente entre las emisiones / absorciones y los datos sustitutos de la actividad.
- (ii) Confirmar y documentar una correlación estadísticamente significativa entre las emisiones / absorciones y los datos sustitutos de la actividad.
- (iii) Por medio del análisis de regresión, desarrollar un factor específico del país que relacione las emisiones / absorciones con los datos sustitutos.

Se presenta un ejemplo de este método en el Recuadro 2.1 y se incluyen más explicaciones y ecuaciones (Ecuación 5.2) en la Sección 5.3 del Capítulo 5, Coherencia de la serie temporal.

RECUADRO 2.1

EJEMPLO DE USO DE DATOS ALTERNATIVOS PARA APROXIMAR LOS DATOS DE LA ACTIVIDAD

Estados Unidos recibe estimaciones de emisión de SF₆ asociadas con el equipo eléctrico, sobre la base de un método de equilibrio de la masa de los sistemas de energía eléctrica que representan un 35 por ciento de la longitud total de las líneas de transmisión de los Estados Unidos. (En los Estados Unidos, las líneas de transmisión se definen como líneas que transportan electricidad a 34,5 kV o más.) Para estimar las emisiones de los sistemas restantes, Estados Unidos utiliza kilómetros de líneas de transmisión como datos alternativos de la actividad. Allí, se utiliza principalmente el SF₆ en los equipos de 34,5 kV de régimen o más, y por ello se espera que los kilómetros de líneas de transmisión sirvan para predecir correctamente las emisiones. Asimismo, el análisis estadístico ha demostrado una alta correlación entre las emisiones y los kilómetros de líneas de transmisión. Dadas estas relaciones, Estados Unidos utiliza los factores de regresión que relacionan los kilómetros de transmisión con las emisiones. Luego se aplican estos factores al total de kilómetros de transmisión de los sistemas cuyas emisiones están estimándose. Alemania también utilizó la longitud de las líneas de transmisión para estimar las emisiones provenientes de los sistemas cerrados de presión para un conjunto de servicios que no respondía a un sondeo industrial. Las estimaciones se basan en los sistemas de energía eléctrica de los servicios para los cuales estaban disponibles los kilómetros de transmisión y los datos de las emisiones. Posteriormente, se confirmaron las estimaciones resultantes por medio de sondeos más exhaustivos en años siguientes. Se utilizó la información guardada en los bancos de los equipos, disponible nacionalmente a través de los fabricantes y distribuidores de estos, para estimar las emisiones de los sistemas sellados de presión. Los kilómetros de transmisión tienden a predecir bien las emisiones en las que se utiliza la mayor cantidad de SF₆ en equipos de transmisión de alta tensión, como en los Estados Unidos. En los casos en los que se utiliza un alto porcentaje de SF₆ en equipos de distribución de tensión media o en subestaciones con aislación de gas, puede resultar adecuado otro tipo de datos, como la combinación de la longitud de las líneas de transmisión con las de distribución o la cantidad de subestaciones. Las combinaciones de estos u otros tipos de datos también pueden utilizarse aunque incrementa la probabilidad de que uno o más tipos de datos no estén disponibles para todos los sistemas cuyas emisiones deben estimarse.

2.2.2 Generación de datos nuevos

Puede ser necesario generar datos nuevos si no existen los factores de emisión, los datos de la actividad u otros parámetros de estimación representativos, o si no se los puede estimar a partir de las fuentes existentes. La generación de datos nuevos puede implicar programas de medición para los procesos industriales o las emisiones relativas a la energía, el muestreo de los combustibles para detectar contenido de carbono, las actividades de cambio de uso de la tierra y muestreo de silvicultura, o nuevos censos o sondeos para los datos de la actividad. Conviene que aborden la generación de datos nuevos quienes cuentan con la pericia adecuada (p. ej. las mediciones efectuadas por organismos competentes con equipos calibrados correctamente o los sondeos y censos realizados por cualquier autoridad nacional de estadísticas). Estas actividades suelen exigir muchos recursos y se las considera más apropiadas cuando la categoría es *principal* y no hay otras opciones. Para optimizar el uso de los recursos, se recomienda, en la medida de lo posible, generar los datos necesarios a partir de una extensión de los programas existentes, en vez de iniciar otros nuevos. Se presentan detalles más específicos del factor de emisión y los datos de la actividad en las secciones correspondientes del presente capítulo. En los casos en los que existen directrices para las actividades definidas en detalle por otros organismos oficiales, como las oficinas de estadísticas y las comisiones de normas de medición, también se las menciona en estas secciones.

Generación de datos por medición

Deben utilizarse las mediciones en el contexto de las recomendaciones de los Volúmenes por sectores 2 a 5, por ejemplo para determinar o revisar los factores de emisión, los factores de eficacia de destrucción / reducción y los índices de la actividad. Asimismo, es posible usar las mediciones para cuantificar directamente las emisiones de gases de efecto invernadero o para calibrar y verificar los modelos usados para generar datos.

Al considerar el uso de los datos de medición, constituye una *buena práctica* verificar si cubren una muestra representativa; es decir, que sean típicos de una proporción razonable de toda la categoría, y también si se usó un método de medición adecuado. Los mejores métodos de medición son aquellos creados por organismos oficiales de normas y probados en el campo para determinar sus características operativas.⁴ Usar métodos de medición normalizados mejora la coherencia de los datos medidos y le brinda al compilador del inventario más información acerca del método, como los niveles estadísticos de incertidumbre, los límites inferiores de detección, la sensibilidad y los límites superiores de medición, etc. Las normas de la Organización Internacional de Normas (ISO, del inglés *International Standards Organisation*), las normas europeas (EN) o las normas nacionales validadas adecuadas de, por ejemplo, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA, del inglés, U.S. Environmental Protection Agency) o la asociación de ingenieros alemanes (Verein Deutscher Ingenieure, VDI), pueden satisfacer estos criterios. Constituye una *buena práctica* que el compilador del inventario documente las normas de medición o gestión de la calidad utilizadas, y tenga en cuenta los requisitos de los datos del análisis de incertidumbre del Capítulo 3, Incertidumbres, del Volumen 1.

Es posible obtener resultados fiables y comparables siguiendo un programa de medición bien diseñado, con objetivos definidos; métodos adecuados; instrucciones claras para el personal encargado de la medición; procesamiento de datos definido y procedimientos para la generación de informes, así como documentación adecuada. El Cuadro 2.1 define los elementos constitutivos de dicho método.

CUADRO 2.1 ELEMENTOS GENÉRICOS DEL PROGRAMA DE MEDICIÓN	
Objetivo de medición	Definición clara del o los parámetros que se deben determinar, p. ej., las emisiones de HFC-23 derivadas de la producción de HCFC-22.
Protocolo de metodología	Descripción de la metodología de medición que se debe utilizar. Debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> • Los componentes que han de medirse y las condiciones de referencia asociadas; • Los métodos para garantizar que se tomen muestras representativas que reflejen la naturaleza de la categoría de fuente y el objetivo de medición^a; • La identificación de técnicas estándar para utilizar; • El equipo analítico necesario y sus requisitos operativos; • Todo requisito de acceso a la fuente / sumidero o a la instalación; • Todo requisito de exactitud, precisión o incertidumbre; • los requisitos de captura de datos que deban cumplirse; • Regímenes de GC/CC que deban seguirse.
Plan de medición con instrucciones claras para el personal de medición	El plan de medición para los responsables de efectuarlas, que incluye: <ul style="list-style-type: none"> • La cantidad de puntos de muestreo para cada parámetro que debe medirse y la forma de selección; • La cantidad de mediciones individuales que deben hacerse para cada punto de muestreo y conjunto de condiciones; • Las fechas de medición y los períodos de la campaña de medición; • Los arreglos para la generación de informes; • La información adicional relativa a la fuente o al proceso, que debe recopilarse para permitir el procesamiento de los datos o la interpretación de los resultados; • Las condiciones (o el rango de condiciones) de la fuente (o para la planta industrial, la capacidad, la carga, el combustible o la alimentación a procesos) que deben cumplirse durante las mediciones; • El personal responsable de las mediciones, quién más participa y los recursos que deben utilizarse.

⁴ Por ejemplo, repetibilidad, límite de detección de reproducibilidad, tolerancia a la interferencia, etc.

CUADRO 2.1 ELEMENTOS GENÉRICOS DEL PROGRAMA DE MEDICIÓN	
Procedimientos para el procesamiento de datos y la generación de informes, y documentación	<p>Los requisitos para el procesamiento de los datos, incluidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los procedimientos de generación de informes que dan cuenta de las mediciones, la descripción de los objetivos de medición y el plan de medición; • Los requisitos de documentación para permitir el seguimiento de los resultados a través de los cálculos a los datos básicos recopilados y las condiciones operativas del proceso.
<p>^a Al efectuar mediciones de ecosistemas, se requiere un cuidado especial para definir los requisitos de muestreo; véase el Volumen 4.</p>	

En la Sección 2.2.2 se presenta una orientación general destinada a garantizar la calidad de los datos medidos, para determinar mejores factores de emisión y otros parámetros.

Relación de los datos con los modelos

Aunque se suelen utilizar con frecuencia los modelos para evaluar los sistemas complejos y se los puede usar para generar datos, los modelos constituyen un medio para la transformación de los datos y no eliminan la necesidad de que éstos los controlen.

2.2.3 Adaptación de los datos para su uso en el inventario

Fuere que se utilizan los datos existentes, se efectúan mediciones nuevas o se combinan las dos opciones, es importante garantizar que coincida el nivel de detalle con la cobertura de los datos, incluidos los sectores / el proceso / la reducción, la ubicación, el tipo de tierra, el compuesto y los años incluidos.

Vacíos en los conjuntos de datos

Los inventarios de gases de efecto invernadero exigen estimaciones constantes a través de las series temporales y entre las categorías. Esta sección presenta los métodos para cubrir los vacíos posibles si faltan datos correspondientes a un año o más, o si los datos no representan el año o la cobertura nacional necesarios. A continuación se presentan ejemplos de vacíos o incoherencias y la orientación para abordarlas.

- **Subsanar vacíos en los datos periódicos:** existen vacíos en las series temporales cuando los datos están disponibles a una frecuencia inferior a la anual. Por ejemplo, los sondeos de recursos naturales, que resultan costosos y exigen mucho tiempo –como los inventarios de bosques nacionales– se compilan a intervalos de cinco o diez años. Quizá deban inferirse los datos de las series temporales para compilar una estimación anual completa para los años comprendidos entre un sondeo y otro, y para predicciones y predicciones retrospectivas (p. ej., en los casos en los que se necesitan estimaciones para 1990 – 2004, y los datos del sondeo están disponibles únicamente para 1995 y 2000). El Capítulo 5, Coherencia de la serie temporal, ofrece detalles acerca de los métodos de empalme y extrapolación para llenar estos vacíos.
- **Revisión de la serie temporal:** para cumplir con los plazos, las organizaciones de estadísticas pueden utilizar la modelización y las hipótesis para completar el año más reciente de las estimaciones. Luego se redefinen estas estimaciones al año siguiente, después de haber procesado todos los datos. Los datos pueden haber estado sujetos a una mayor revisión de los datos históricos para corregir errores o actualizar las metodologías nuevas. Es importante que el compilador del inventario busque estos cambios en la serie temporal de los datos de la fuente y que los integre en el inventario. El Capítulo 5 del presente Volumen contiene una mayor orientación sobre esta cuestión.
- **Incorporación de datos mejorados:** si bien la capacidad de los países de recopilar datos suele mejorar con el transcurso del tiempo, de modo que pueden implementar métodos de nivel superior, los datos pueden no ser adecuados para los años anteriores, para los niveles superiores. Por ejemplo, cuando se presentan programas de muestreo y medición directos, puede haber incoherencias en la serie temporal, porque el programa nuevo no puede medir las condiciones pasadas. A veces se puede solucionar si los datos nuevos ofrecen suficiente detalle (p. ej. si los factores de emisión de la planta moderna reducida pueden diferenciarse de los correspondientes a la planta más antigua no reducida) y es posible estratificar los datos históricos de la actividad por medio del dictamen de expertos o los datos sustitutos. El Capítulo 5 ofrece más detalles sobre los métodos de inclusión de datos mejorados, de forma coherente a través de una serie temporal.
- **Compensación de los datos que se deterioran:** las técnicas de empalme, como se las describe en el Capítulo 5 acerca de la coherencia de la serie temporal, pueden usarse para administrar conjuntos de datos que se deterioraron a través del tiempo. Se puede producir el deterioro como consecuencia de un cambio de prioridades dentro de los gobiernos, la reestructuración económica o la reducción de los recursos. Por ejemplo, algunos países con economías en transición ya no recopilan ciertos conjuntos de datos que estaban disponibles en el año de base, o estos conjuntos de datos pueden contener diferentes definiciones, clasificaciones y niveles de agregación. Las fuentes de datos internacionales analizadas

en la sección de datos de la actividad (véase la Sección 2.2.5) pueden brindar otra fuente de datos de la actividad pertinentes.

- **Cobertura incompleta:** cuando los datos no representan acabadamente a todo el país, por ejemplo las mediciones correspondientes a 3 de 10 plantas o los datos del sondeo de la actividad agrícola correspondientes al 80 por ciento del país, aún es posible utilizarlos pero se los debe combinar con otros datos para calcular una estimación nacional. En esos casos, se puede usar el dictamen de expertos (véase la Sección 2.2 anterior para conocer detalles) o la combinación de estos datos con otros conjuntos de datos (datos sustitutos o exactos) para calcular un total nacional. En algunos casos, se recopilan los datos del sondeo o del censo en un programa nacional renovable que muestrea diferentes provincias o subsectores cada año, con un ciclo de repetición que crea un conjunto de datos completo tras un período de ciertos años. Se recomienda que, teniendo en cuenta esa coherencia de la serie temporal, también se apliquen las hipótesis hechas en un año a los demás años y que se solicite a los proveedores de los datos que hagan el cómputo de los datos anuales representativos con una cobertura completa.

Combinación numérica de los conjuntos de datos

En ocasiones, se presentarán al compilador del inventario varios conjuntos de datos potenciales para usar en la misma estimación; p. ej., una serie de mediciones independientes para el contenido de carbono de un combustible. Si los datos se refieren a la misma cantidad y se los recopiló de manera razonablemente uniforme, combinarlos aumenta la exactitud y la precisión. Se puede lograr la combinación agrupando los datos en bruto y volviendo a estimar la media y los límites de confianza del 95 por ciento, o combinando las estadísticas de resumen con las relaciones establecidas en los manuales estadísticos. También es posible combinar las mediciones de una sola cantidad tomada por métodos diferentes que producen resultados con diversas distribuciones de probabilidad subyacentes. No obstante, los métodos necesarios para ello son más complejos y, en la mayoría de los casos, quizá resulte suficiente usar el dictamen de expertos para decidir si han de promediarse los resultados o usar la estimación más fiable y descartar la otra.

Al utilizar datos no homogéneos (p. ej. a causa de la presencia de la tecnología de reducción en una planta pero no en las demás), se debe estratificar la estimación del inventario (subdividirla), de forma que cada estrato sea homogéneo y que el total nacional para la categoría fuente sea la suma de los estratos. Entonces es posible obtener las estimaciones de incertidumbre con los métodos establecidos en el Capítulo 3, considerando a cada estrato una categoría individual. Se puede identificar la falta de homogeneidad mediante el conocimiento específico de las circunstancias de las plantas individuales o de los tipos de tecnología, o mediante un análisis de datos detallado, p. ej., trazados de dispersión de las emisiones / absorciones estimadas respecto de los datos de la actividad.

Los conjuntos de datos empíricos pueden contener valores erráticos; puntos de datos ubicados fuera de la distribución de probabilidad principal considerados no representativos. Se los puede identificar mediante alguna regla, por ejemplo, trazando más de tres desviaciones estándar de la media. Antes de seguir este camino, el compilador del inventario debe considerar si los datos en apariencia anómalos realmente indican otras circunstancias (p. ej. la planta en condiciones de puesta en marcha) que efectivamente deban representarse por separado en la estimación del inventario.

Promedio de años múltiples: los países deben declarar las estimaciones anuales del inventario basadas en las mejores estimaciones de las emisiones y absorciones reales de ese año. En general, las estimaciones de un año solo ofrecen la mejor aproximación de las emisiones / absorciones reales y una serie temporal de estimaciones de un solo año confeccionada según las *buenas prácticas* puede considerarse coherente. Los países deben, en la medida de lo posible, evitar los promedios de años múltiples de datos que tengan por resultado estimaciones excesivas o insuficientes de las emisiones a través del tiempo, mayor incertidumbre o menor transparencia, comparabilidad o coherencia de la serie temporal de las estimaciones. No obstante, en los casos concretos descritos para sectores específicos en los Volúmenes 2 a 5, el promedio de años múltiples puede ser la mejor forma –o incluso la única– de estimar los datos para un solo año. En el caso de una variabilidad anual elevada o incierta, como el caso del crecimiento de diversas especies de árboles en un año, y donde hay más confianza en el índice de crecimiento anual promedio en un período de años, el promedio de años múltiples puede mejorar la calidad de la estimación general.

Datos correspondientes a un año no calendario: constituye una *buen práctica* utilizar los datos del año calendario siempre que estén disponibles. De no ser así, es posible usar otros tipos de datos anuales correspondientes al año (p. ej., los datos correspondientes al ejercicio fiscal no calendario, como ser abril – marzo), siempre que se los utilice de forma coherente a través de la serie temporal y que se documente el período de recopilación. Del mismo modo, se pueden usar diferentes períodos de recopilación para distintas categorías de emisiones y absorciones; también en este caso, siempre que se los use de forma coherente a través del tiempo y se los documente, resulta una práctica aceptable. Una *buen práctica* es utilizar los mismos períodos de recopilación de forma coherente a través de las series temporales, para evitar el sesgo de la tendencia. Los datos correspondientes a la población animal, por ejemplo, pueden haber sido recopilados en el verano y no corresponderse con el promedio anual. Se los debe corregir en la medida de lo posible para que representen el

año calendario. Si se utilizan datos sin corregir, es una *buena práctica* que el compilador del inventario haga un uso coherente de los datos del año calendario o del ejercicio fiscal para todos los años de la serie temporal.

Datos regionales del inventario

Existen circunstancias en las que las estadísticas de la actividad y los conjuntos de datos de emisión regionales son más detallados, actualizados, exactos y/o completos que los conjuntos de datos nacionales. En estos casos, un inventario compilado en el ámbito regional y agregado posteriormente puede convertirse en un inventario de mejor calidad para un país que uno compilado con las estadísticas y los conjuntos de datos nacionales promediados. En esos casos, y para cumplir con las exigencias de las *buenas prácticas*, es posible compilar los inventarios, en forma total o parcial, sobre la base regional si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada componente regional se compila de forma que sea coherente con las *buenas prácticas* de GC/CC, la elección de niveles, la coherencia de la serie temporal y la exhaustividad.
- El método utilizado para agregar los inventarios regionales y subsanar los vacíos existentes en el nivel nacional es transparente y va de la mano con los métodos de *buenas prácticas* provistos en las *Directrices*.
- El inventario definitivo del país respeta los requisitos de calidad de las *buenas prácticas* en cuanto a exhaustividad, coherencia, comparabilidad, oportunidad, exactitud y transparencia. En particular, las estimaciones del sector calculadas en diferentes regiones y luego agregadas al inventario definitivo deben ser coherentes en sí. No debe haber omisión ni cómputo doble de emisiones o absorciones en el inventario agregado, y las diferentes partes de éste deben utilizar hipótesis y datos de forma coherente, en la medida en la que resulte práctico y adecuado.

2.2.4 Factores de emisión y medición directa de las emisiones

En esta sección se incluyen recomendaciones genéricas para la derivación o revisión de los factores de emisión u otros parámetros de estimación; quedan comprendidas las fuentes bibliográficas especializadas, la utilización de datos medidos y otros comentarios sobre la combinación de los conjuntos de datos. Constituye una *buena práctica*, al desarrollar factores de emisión u otros parámetros de estimación, seguir el método por pasos descrito anteriormente para la recopilación de datos:

- Establecer prioridades,
- Elaborar una estrategia para acceder a los datos,
- Recopilar y procesar los datos.

Los Volúmenes 2 a 5 contienen recomendaciones sobre la selección y el uso de factores de emisión u otros parámetros de estimación para determinadas categorías.

Fuentes bibliográficas

Los compiladores del inventario suelen fiarse de la bibliografía disponible para buscar los factores de emisión u otros parámetros de estimación. El Cuadro 2.2 presenta una lista de fuentes bibliográficas potenciales en orden de probabilidad descendente de que los datos sean representativos y adecuados para las circunstancias nacionales. Es una *buena práctica* que los países empleen su propia bibliografía publicada y revisada por sus pares, porque les brinda la representación más exacta de las prácticas y actividades del país. Si no hay disponibles estudios revisados por pares específicos del país, el compilador del inventario puede utilizar los factores por defecto del IPCC y los métodos del Nivel 1 como se indican en los árboles de decisiones de los Volúmenes 2 a 5, o los métodos del Nivel 2 con datos de la Base de datos de factores de emisión (EFDB) u otros valores de la bibliografía, p. ej., datos de energía modelizados / estimados de organismos internacionales que reflejan las circunstancias nacionales. El orden de presentación del Cuadro 2.2 es solo indicativo y el compilador del inventario debe evaluar cada fuente de datos en forma individual para determinar la adecuación.

Revisar la bibliografía es un método útil para recopilar y seleccionar información de una gran variedad de fuentes de datos posibles. Dichas revisiones pueden exigir tiempo pues muchas veces apuntan a datos antiguos y, además, el uso de unidades de conversión puede generar diferencias artificiales. A veces es posible acceder a los artículos de las publicaciones a través de la Web, sin suscripción, y las bibliotecas pueden facilitar la búsqueda y el acceso. Las fuentes bibliográficas especializadas pertinentes para los factores de emisión son:

- Las instalaciones de ensayos nacionales e internacionales (p. ej., instalaciones de ensayos viales),

- Las asociaciones comerciales industriales (artículos técnicos como informes, directrices, normas, sondeos sectoriales u otro material técnico similar),
- Las autoridades nacionales responsables de regular las emisiones de los procesos industriales.

Se deben documentar en su totalidad las revisiones bibliográficas para que los datos usados para el inventario sean transparentes (véase el Capítulo 6, Garantía y control de la calidad y verificación). Asimismo, resulta útil registrar las fuentes no utilizadas, con una explicación del por qué, para ahorrar tiempo en las actividades posteriores de revisión bibliográfica.

CUADRO 2.2
FUENTES POTENCIALES DE DATOS BIBLIOGRÁFICOS

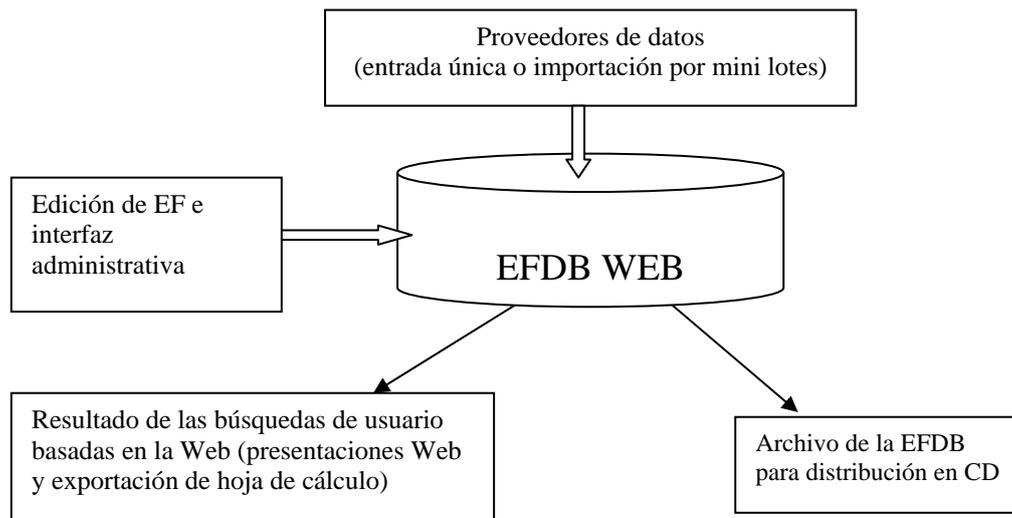
Tipo de bibliografía	Dónde buscar	Comentarios
Directrices del IPCC	Sitio Web del IPCC	Suministran factores por defecto acordados para los métodos del Nivel 1 pero pueden no ser representativas de las circunstancias nacionales.
Base de datos de factores de emisión del IPCC (EFDB)	Sitio Web del IPCC	Se describe a continuación en más detalle. Puede no ser representativa de los procesos del país o adecuada para las estimaciones de <i>categoría principal</i> .
Guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR	AEMA (sitio Web de la Agencia Europea del Medio Ambiente)	Valores por defecto útiles o para verificación cruzada. Puede no ser representativa de los procesos del país o adecuada para las estimaciones de <i>categoría principal</i> .
Bases de datos internacionales de factores de emisión USEPA	Sitio Web de la USEPA	Valores por defecto útiles o para verificación cruzada. Pueden no ser representativas de los procesos del país o adecuada para las estimaciones de <i>categoría principal</i> .
Datos específicos del país de publicaciones nacionales o internacionales revisadas por pares	Bibliotecas nacionales de referencia, prensa ambiental, publicaciones de noticias ambientales	Fiables si son representativos. Su publicación puede demorar.
Las instalaciones de ensayos nacionales (p. ej., instalaciones de ensayos viales)	Laboratorios nacionales	Fiables. Es necesario controlar que los factores sean representativos y que se utilicen los métodos estándar.
Registros y documentos de las autoridades reguladoras de las emisiones, o registros de publicación y transferencia de contaminación	Autoridad regulatoria del proceso industrial	Se actualizan con frecuencia y son específicos de la planta. La calidad depende de las exigencias regulatorias, que pueden no extenderse a los métodos usados para estimar o medir.
Artículos industriales, técnicos y comerciales	Asociación comercial específica Publicaciones, bibliotecas y búsquedas en la Web	Específicos del sector y actualizados. Se necesita GC/CC para controlar el sesgo de los datos y garantizar que se entiendan las condiciones de ensayo y las normas de medición.
Otros estudios específicos, censos, sondeos, datos de medición y monitoreo	Universidades (departamentos de Medio Ambiente, medición y monitoreo)	Es necesario controlar que los factores sean representativos y que se utilicen los métodos estándar.
Bases de datos internacionales de factores de emisión OCDE	Sitio Web de la OCDE	Valores por defecto útiles o para verificación cruzada. Pueden no ser representativas de los procesos del país o adecuadas para las estimaciones de <i>categoría principal</i> .
Factores de emisión u otros parámetros de estimación para otros países	Informes de inventarios nacionales de las Partes de la CMNUCC, otra documentación del inventario, búsqueda Web, biblioteca nacional	Apropiados para el uso del inventario. Valores por defecto útiles o para verificación cruzada. Pueden no ser representativos de los procesos del país o adecuados para las estimaciones de <i>categoría principal</i> .

Base de datos de factores de emisión del IPCC

La Base de datos de factores de emisión (EFDB) es un foro para el intercambio de información basado en la Web y sujeto a revisión continua, para los factores de emisión y otros parámetros pertinentes para la estimación de emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero en el ámbito nacional. Es posible consultar la base de datos por Internet, a través de las páginas de inicio del IPCC, IPCC-NGGIP o directamente en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>.⁵ Con una determinada frecuencia, el IPCC distribuye un CD-ROM con una copia de la base de datos y una herramienta de consulta.⁶ Fue concebida como una plataforma para que expertos e investigadores den a conocer nuevos factores de emisión u otros parámetros a un público mundial de usuarios finales potenciales. La EFDB se propone convertirse en una biblioteca reconocida en la que los usuarios encuentren los factores de emisión y otros parámetros, con documentación que los respalde o referencias técnicas. Los criterios para inclusión de datos en la base de datos (véase la Figura 2.2) son:

- *Solidez*: es poco probable que el valor se modifique, dentro de la incertidumbre aceptada de la metodología, si hubiera de existir una repetición del programa de medición o de la actividad de modelización originales.
- *Aplicabilidad*: un factor de emisión solo puede ser aplicable si la fuente y su combinación de tecnología, las condiciones de operación y ambientales, y las tecnologías de reducción y control bajo las cuales se midió o modelizó el factor de emisión son claras y permiten al usuario ver de qué forma se puede aplicar.
- *Documentación*: se proporciona la información de acceso a la referencia técnica original para evaluar la solidez y aplicabilidad, tal como se describe en los párrafos precedentes.

Figura 2.1 Proceso destinado a la inclusión de datos en la EFDB



La EFDB invita a los expertos e investigadores de todo el mundo a poblarla con sus datos. La propuesta de nuevos factores de emisión (y otros parámetros) de los proveedores de datos será evaluada por el Consejo editorial de la EFDB para su inclusión en la base de datos. Si los datos nuevos propuestos cumplen con los criterios de calidad bien definidos de solidez, aplicabilidad y documentación, se los incluye en la base de datos. Estos procedimientos permiten al usuario juzgar la aplicabilidad del factor de emisión o de otro parámetro para usar en el inventario; sin embargo, la responsabilidad de utilizar correctamente esta información, será siempre de los usuarios.

⁵ En este sitio Web también se encuentra información -con manuales incluidos- sobre la forma de obtener datos de la EFDB o aportarle datos nuevos.

⁶ Para recibir una copia del CD-ROM de la EFDB, comuníquese con la Dependencia de Apoyo Técnico del IPCC NGGIP.

Datos obtenidos a través de las mediciones

Esta sección aplica la orientación de la Sección 0 para evaluar la calidad de los datos de medición para la determinación de emisiones, los factores de emisión y las eficacias de reducción o destrucción. El Volumen 4 proporciona orientación específica sobre el uso de muestras y sondeos en el sector de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

Con este método, es posible determinar las emisiones directamente (es decir, utilizando sistemas de monitoreo continuo de las emisiones) o calcularlas. En los casos en los que las emisiones dependen de la combustión variable, las condiciones del proceso y las operativas, y de las tecnologías (p. ej., metano y óxido nitroso de la combustión), el monitoreo directo suele ser la forma más exacta de determinar las emisiones.

Al revisar los datos sobre energía o la planta industrial, es importante garantizar que las mediciones sean representativas de la actividad específica y que no incluyan componentes extrínsecos. Por ejemplo, las mediciones de chimenea pueden excluir las pérdidas a la atmósfera por evaporación o combustible sujeto a una combustión deficiente (que se emite como compuestos orgánicos volátiles (COV)); se los debe incluir en los totales de emisiones declarados. El volumen sobre Procesos industriales y uso de productos (IPPU) incluye más detalles sobre las cuestiones relativas a las mediciones.

Para instrumentar los elementos del programa de medición identificados en la Sección 2.2.2, es una *buena práctica*:

- distinguir entre los diferentes componentes de una carga mixta de combustible / materia prima, p. ej., carbón y madera en una caldera de combustibles diversos;
- especificar la forma de determinar la composición química de los combustibles y de la materia prima a partir de los análisis de las muestras tomadas de los camiones de reparto / cisterna, los gasoductos o las reservas;
- garantizar un muestreo representativo de los gases de escape;
- utilizar instrumentos con características de desempeño conocidas o efectuar auditorías de exactitud relativa respecto de los métodos de referencia estándar establecidos.

La mayoría de los analizadores de gases determinan la concentración por volumen de los componentes gaseosos (volumen / volumen) y, así, a menos que pueda demostrarse que las condiciones son estables, será necesario medir la velocidad de circulación del gas de escape, la presión, la temperatura y el contenido de vapor de agua, para poder convertir la emisión del gas de efecto invernadero en condiciones de referencia para temperatura y presión (p. ej., 273 K y 101, kPa, seco) o indicado sobre una base de emisión de masa. Suelen necesitarse también otras mediciones para calcular los factores de oxidación y conversión específicos del proceso y, si el combustible o las materias primas usados no están secos, se exige un análisis de humedad. Se deben hacer en simultáneo las mediciones relacionadas, o de forma tal de garantizar la relación funcional correcta entre las variables muestreadas, pues, de lo contrario, es probable que los flujos integrados o las emisiones derivadas de las mediciones sean incorrectos.

Es una *buena práctica* utilizar balanzas y fluidímetros de buena calidad, calibrados, en buen estado de conservación y sujetos a inspecciones regulares, para tomar mediciones destinadas a calcular los índices de la actividad; p. ej., del combustible medido o los índices de alimentación de la materia prima (o a veces de los datos de producción). El equipo de medición puede ser de calidad variable y es importante que haya procedimientos regulares de mantenimiento y calibración, y que estos estén sujetos a una revisión frecuente de GC/CC. Cuando se toman registros sobre una base continua, es una *buena práctica* monitorear y registrar cada vez que los medidores no funcionen y se reduzca el índice de captura de datos; la recomendación sobre la forma de rellenar los vacíos (Sección 2.2.3, Adaptación de los datos para su uso en el inventario) puede, no obstante, permitir una reparación suficiente de los conjuntos de datos imperfectos para algunos fines, tales como la generación de factores de emisión.

También es una *buena práctica*, como parte del programa de medición, incluir en el alcance de un protocolo de monitoreo de qué forma se deben efectuar otras mediciones, si el combustible o las materias primas no están secos o hay contaminantes que pueden afectar negativamente el proceso de medición, como la humedad.

La gestión de la calidad es un factor importante que debe tomarse en cuenta. La norma ISO 17025:2005 «Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración» describe un régimen de GC/CC útil para ensayos y mediciones. Fomenta el uso de métodos estándar por parte de personal capacitado con equipos sometidos a ensayo de adaptabilidad. También alienta un sistema de gestión de la calidad que debe cubrir los artefactos de calibración trazables; tomar y guardar muestras; todo análisis posterior y la declaración de los resultados. Las normas que figuran en el Cuadro 2.3 son pertinentes para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero y se las debe utilizar donde sea aplicable.

CUADRO 2.3
MÉTODOS DE MEDICIÓN ESTÁNDAR PARA EL GAS DE ESCAPE

	Métodos estándar internacionales existentes	Otros métodos estándar muy utilizados ⁴
CO ₂	ISO 12039:2001 Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno. Características de funcionamiento y calibración de los sistemas automáticos de medición ¹ ISO 10396:2006 Emisiones de fuentes estacionarias. Muestreo para la determinación automatizada de las concentraciones del gas.	US EPA Método 3: análisis de gas para la determinación del peso molecular seco US EPA Método 3A: determinación de las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en las emisiones procedentes de fuentes estacionarias (procedimiento del analizador instrumental)
N ₂ O	ISO 11564:1998 Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la concentración máscica de óxidos de nitrógeno. Método fotométrico de la naftiletilendiamina (NEDA)	Norma en desarrollo por ISO TC 264. Calidad del aire
Velocidad del gas	ISO 10780:1994 Calidad del aire. Emisiones de fuentes estacionarias. Medida de la velocidad y el caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos. <i>Tubo de Pitot de tipo S</i> ISO 3966:1977 Medición del caudal de fluido en conductos cerrados. Método de exploración del campo de velocidades mediante tubos de Pitot dobles ² . <i>Tubo de Pitot de tipo L</i> . ISO 14164:1999 Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación del volumen de flujos de gas en ductos: método automatizado. <i>Método de presión dinámica para medición continua in situ/a través del conducto</i>	US EPA método 1. Recorridos de muestra y velocidad para las fuentes estacionarias US EPA método 1A. Recorridos de muestra y velocidad para las fuentes estacionarias con chimeneas pequeñas o ductos US EPA Método 2. Determinación de la velocidad del gas de la columna y caudal volumétrico (tubo de Pitot de tipo S) (o, como alternativa, los métodos 2F, 2G, 2H y CTM-041) ⁵
General ³	ISO/IEC 17025:2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración ISO 10012:2003 Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos y los equipos de medición.	PrEN 15259:2005 Calidad del aire. Medición de las emisiones de fuentes estacionarias. Estrategia de medición, planificación y generación de informes de medición, y diseño de los sitios de medición. EN61207-1:1994 Expresión de desempeño de los analizadores de gases. Parte 1 General
	Normas en desarrollo	
CH ₄	Ninguna	US EPA Método 3C: determinación de dióxido de carbono, metano, nitrógeno y oxígeno de fuentes estacionarias (es decir, vertederos) Norma en desarrollo por ISO TC 264. Calidad del aire
H ₂ O		EN 14790 ⁶ US EPA Método 4. Determinación del contenido de humedad en los gases de chimenea
PFC, SF ₆ , HFC, FC	Ninguna	(N.B. Donde se hace referencia a las metodologías específicas del sector disponibles en los volúmenes específicos del sector)

¹ Esta norma describe las características de desempeño, los principios de detección y los procedimientos de calibración para los sistemas de medición automatizados, para la determinación del dióxido de carbono y otras sustancias en las emisiones de gases de combustión procedentes de fuentes estacionarias. El rango de concentración declarado de esta norma es 6 - 62500 mg m⁻³ con una incertidumbre de medición de <10 por ciento del valor medido.

² Se ha retirado esta norma y está pendiente su revisión; no obstante, se la utiliza ampliamente en ausencia de algo mejor.

³ Si bien no se asocian estas normas con un método de referencia para una categoría específica de gas de efecto invernadero, tienen aplicación directa en las actividades de CC asociadas con las estimaciones basadas en los valores de emisión medidos.

⁴ Los métodos de US EPA. P. ej., el Método 1, 1A, 2, 3, etc., son métodos de ensayo de la EPA disponibles en el Título 40 del Código de normas federales (CFR, del inglés, *Code of Federal Regulations*) Parte 60, Apéndices. Crea estos métodos de ensayo la Oficina de Planificación de Calidad de Aire y Estándares de la Oficina de Aire y Radiación. La Oficina del Registro Federal publica todos los años el CFR 40 Parte 60, que está disponible a través de la Oficina de Impresión del Gobierno de los Estados Unidos. Si bien estos métodos de ensayo no suelen cambiar de un año al siguiente, los usuarios deben consultar la versión más reciente del CFR 40 Parte 60, Apéndices.

⁵ Los métodos 2F y 2G corrigen el caudal medido del flujo angular (no axial). El método 2H (para chimeneas circulares) y el método de ensayo condicional CTM-041 (para chimeneas o conductos rectangulares) se utilizan para corregir los caudales medidos para la amortiguación de la velocidad cerca de la pared de la chimenea, por medio de un «factor de ajuste del efecto pared».

⁶ Se necesita la medición del agua para corregir el volumen correcto del gas medido a las condiciones «secas» estándar.

2.2.5 Datos de la actividad

En esta sección se presentan recomendaciones generales para la producción o revisión de datos de la actividad. Incluye:

- Información sobre fuentes de datos especializadas,
- Realización de sondeos y censos,
- Si corresponde, el uso de datos de medición relacionados.

Es una *buena práctica*, al producir datos adecuados de la actividad, seguir el método por pasos para definir las prioridades para la acción, según la importancia del sector, a la vez que se instrumenta una estrategia para acceder a los datos necesarios, recopilarlos, y procesarlos para producir los datos necesarios a los fines del inventario. Esta sección incluye recomendaciones genéricas pertinentes para la elección de los datos de la actividad que deben usarse.

Los Volúmenes 2 a 5 contienen recomendaciones sobre la selección y el uso de los datos de la actividad para determinadas categorías.

Fuentes de datos

Bibliografía nacional e internacional

Tal como se describe en la Sección 2.2.1, es preferible utilizar datos de entidades tales como los organismos nacionales de estadísticas y las autoridades nacionales regulatorias responsables de los permisos para los procesos industriales y de otra índole, sujetos a la legislación sobre las emisiones contaminantes..

Habrán, no obstante, ocasiones en las que otras fuentes de bibliografía especializada proporcionen datos de la actividad, es decir, estadísticas de las Naciones Unidas, informes del Instituto Geológico de los Estados Unidos (USGS, del inglés, *US Geological Survey*) sobre productos básicos, e informes técnicos, directrices, normas, sondeos por sectores publicados por asociaciones industriales.

Información acerca de sondeos y censos

La información de sondeos y censos (véase el Recuadro 2.2) proporciona las mejores estadísticas agrícolas, de la producción y energía que se pueden usar para los inventarios de gases de efecto invernadero. En general, compilan estos datos los organismos nacionales de estadísticas (NSA) o los ministerios pertinentes, para los fines de la política nacional, o para hacer frente a la demanda internacional de datos, u otras actividades que están fuera de la esfera de control directo del compilador del inventario, aunque las necesidades del inventario a veces puedan disparar sondeos o censos, o repercutir sobre ellos.

RECUADRO 2.2

DIFERENCIA EXISTENTE ENTRE DATOS DE CENSOS Y DE SONDEOS

Los datos del sondeo son el resultado del muestreo y no incluyen datos reales para toda la población. Los sondeos deben evaluar una muestra representativa (en el contexto del objetivo del sondeo), para que puedan ampliarse los resultados para proporcionar una estimación de la población total. Un sondeo puede, por ejemplo, evaluar la cantidad de animales existentes en un país o una región, encuestando una selección discreta de granjas y grupos de granjas de un país o una región. Mediante datos sustitutos e hipótesis más generales, luego se deriva el total nacional o regional. Tanto la representatividad de la muestra como los métodos usados para obtener el valor bruto necesitan una revisión muy cuidadosa.

Los datos del censo se basan en un cómputo completo de toda la población; es decir, un cómputo real de todos los animales de una región o de un país. En general, el censo se limita en detalle y diversidad solo a las estadísticas nacionales más importantes, como la población humana y el ganado. Es costoso y exige mucho tiempo, lo cual constituye un factor limitante significativo para determinadas aplicaciones nacionales de inventario. Muchas veces se usan los datos del censo como sustituto fiable para extrapolar los datos del sondeo a las estadísticas nacionales.

Utilización de los datos de censo y sondeo existentes: en algunos países, el NSA es un único organismo responsable de todas las estadísticas nacionales, mientras que en otros la tarea está dividida entre numerosos organismos, cada uno de los cuales recopila las estadísticas oficiales relativas a su campo; es decir, el ministerio

de agricultura de un país puede ser responsable de realizar sondeos y censos agrícolas. Esta situación presenta la ventaja de que el ministerio suele tener el conocimiento especializado necesario para definir correctamente los datos que se deben recopilar, y también suele tener a su disposición la información administrativa que le permite estratificar y seleccionar la muestra que se someterá a sondeo, por ejemplo, un registro de las empresas que operan en el área comprendida dentro de la esfera del ministerio. En estos casos, los ministerios tienen sus propios departamentos de estadísticas (o trabajan en estrecha relación con cualquier NSA) para suministrarle al especialista el conocimiento estadístico esencial para evitar muchos de los escollos típicos de la recopilación de datos.

Si están disponibles, se pueden usar estos conjuntos de datos en forma directa (si representan la cobertura geográfica y sectorial necesaria) o como parte de un conjunto de datos híbrido en combinación con otra información necesaria para obtener los detalles y la cobertura geográfica necesarios.

Elaboración de nuevos sondeos: elaborar nuevos sondeos, en especial los de consumidores y hogares, es relativamente costoso porque el tamaño de la muestra y la realización correcta del trabajo de campo, el procesamiento de los datos, el análisis y la generación de informes son actividades exigentes. Se necesitaría un esfuerzo considerable para controlar la fiabilidad y coherencia de los datos, aún cuando los índices de respuesta parezcan satisfactorios en otro sentido. A menos que se repitan de forma coherente, los sondeos únicamente pueden brindar mediciones relativas a un punto en el tiempo. Teniendo esto en mente, y también tomando en cuenta el lapso de tiempo que exige el diseño, la ejecución y el análisis de los sondeos -para el desarrollo de un sondeo de envergadura, la planificación suele comenzar unos 18 meses antes que la recopilación de datos, y los resultados están disponibles un año o más tras el período de recopilación- primero se debe prestar atención a la posibilidad de obtener datos frecuentes y coherentes de las fuentes existentes, como recombinar datos recopilados para otros fines, o utilizar datos administrativos.

En los casos en los que es inevitable recopilar datos, el NSA y/o el ministerio correspondiente puede identificar qué sondeos se encuentran en curso o están planificados, y puede explorar la posibilidad de agregarles nuevas preguntas o módulos para subsanar los vacíos de datos. Una de las muchas ventajas derivadas de trabajar con un NSA o ministerio es que estos diseñan el método de recopilación y el cuestionario, de forma de tomar en cuenta las necesidades de tantos usuarios como sea posible. De esta forma, se reducen los costos y la carga sobre las empresas y otros encuestados, lo que aumenta las probabilidades de que completen el cuestionario. Asimismo, seleccionar la muestra del sondeo exige un marco de muestreo fiable, por ejemplo, datos de censos o registros comerciales. El NSA o el ministerio pertinente suele tener acceso a las fuentes y experiencia en su utilización. Asimismo, cuenta con equipos de experimentados estadistas y expertos capacitados en selección de muestras, elaboración de cuestionarios, manejo y verificación de datos y el software necesario para procesar los datos. También tienen equipos de entrevistadores experimentados en encuestas telefónicas o personales. Todos estos factores contribuyen al éxito de todo sondeo y, de igual importancia, a mantener bajos los costos.

Directrices generales para planificar sondeos y censos: es una buena práctica planificar cada paso teniendo en cuenta todos los pasos subsiguientes, desde la recopilación, el procesamiento y el análisis de los datos hasta la divulgación del resultado. Por ejemplo, debe elaborarse el cuestionario y otros procedimientos para recopilación de datos únicamente después de haber reflexionado acerca del procesamiento y análisis de los datos, y la naturaleza de la información estadística que deberá declararse en algún momento. En particular, la planificación debe cubrir:

- Cuestiones presupuestarias: los costos siempre son un factor de peso a tener en cuenta. Se debe calcular el presupuesto total y los recursos asignados a cada fase del proceso. El gasto no controlado en cada fase hasta el agotamiento del presupuesto puede llevar a la recopilación de datos sin los recursos necesarios para producir y divulgar resultados de alta calidad.
- Cuestiones relativas al personal, incluida la administración del personal entrevistador: Se deben planificar los recursos de personal para garantizar que estén disponibles las personas que cuenten con las capacidades correctas en el momento oportuno, en todas las fases del proceso. Si se recurre a entrevistadores en vez de a los cuestionarios autocompletables, el personal entrevistador probablemente sea el costo mayor de la recopilación.
- Cuestiones relativas a la administración del proyecto y al cronograma: una buena administración del proyecto es fundamental para garantizar una recopilación sin sobresaltos. Se debe asignar la cantidad de tiempo correcta a cada fase del proceso de recopilación. Una evaluación previa exhaustiva del cuestionario ayuda a garantizar que los datos recopilados sean fiables y válidos.

El folleto de la American Statistical Association que describe cómo planificar un sondeo es una fuente de ayuda útil para crear un sondeo nuevo, y puede descargarse del sitio Web: <http://www.amstat.org/sections/srms/brochures/survplan.pdf>.

Las directrices de las Naciones Unidas para realizar encuestas de hogares en los países en desarrollo y transición proveen información detallada sobre la forma de crear sondeos de muestra basados en preguntas directas a los

hogares, y se encuentran en el sitio Web: http://unstats.un.org/unsd/HHsurveys/part1_new.htm. Otra fuente útil es «Basic Steps in Conducting Surveys», disponible en http://www.energy.ca.gov/marketinfo/documents/98-10_LANG2.PDF.

Además, muchas organizaciones contribuyen a la creación de capacidad estadística y ofrecen asistencia para los países en desarrollo que desean establecer nuevos sondeos; el PNUMA, PNUD, y el Banco Mundial son los organismos de instrumentación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

En el Anexo 2A.2 se incluyen referencias a la orientación para efectuar sondeos o censos relativos a la energía, los procesos industriales, la agricultura, la silvicultura y los desechos.

Se necesitan tres pasos importantes antes de decidir si se requiere un sondeo, y qué módulos debe contener:

- Revisar qué datos pueden estar disponibles a través de los sistemas de datos existentes, incluidos los sondeos planificados. Recordar que las estadísticas publicadas se basan en los datos detallados que fueron tratados y agregados para extraer la información importante para el usuario principal. En algunos casos, según el tamaño y la estructura de la muestra original, es posible recombinar los datos en bruto de diversas formas para producir los datos adecuados para el otro usuario.
- Explorar fuentes de datos administrativas. Si bien los registros administrativos pueden no ser fáciles de usar en un comienzo a los fines del inventario, una vez reorganizado y reestructurado el sistema para producir los datos pertinentes, puede convertirse en la fuente frecuente de información pertinente, a un bajo costo marginal. Cada vez más países comienzan a concretar los beneficios económicos que implica el uso de datos administrativos para estadísticas y, en algunos casos, se obliga por ley a los organismos nacionales de estadísticas (NSA) a explorar el uso de datos administrativos para proporcionar estadísticas, antes de decidir lanzar un sondeo nuevo costoso.
- Explorar la posibilidad de incorporar nuevas preguntas o módulos en los sondeos existentes.

Si, después de explorar la posibilidad de usar los datos existentes, todavía hay vacíos de datos, se debe abordar el NSA o el ministerio para que efectúe un sondeo nuevo. Si los recursos financieros están disponibles, el NSA o el ministerio puede aportar la pericia fundamental. Asimismo, explorar si otros socios están interesados en compartir el trabajo y los recursos necesarios.

Referencias

- Cullen A.C. and Frey H.C. (1999). *The Use of Probabilistic Techniques in Exposure Assessment: A Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs*. Plenum: New York, 335 pages.
- Frey H.C. and Burmaster D.E. (1999). 'Methods for characterizing variability and uncertainty: comparison of bootstrap simulation and likelihood-based approaches,' *Risk Analysis*, 19(1):109-130, February 1999.
- Frey H.C. and Rhodes D.S. (1996). 'Characterizing, simulating, and analyzing variability and uncertainty: an illustration of methods using an air toxics emissions example', *Human and Ecological Risk Assessment: an International Journal*, 2(4):762-797, December 1996.

Anexo 2A.1 Protocolo para solicitud del dictamen de expertos

Siempre que sea posible, se debe solicitar el dictamen de expertos por medio de un protocolo apropiado. Se adaptó un ejemplo de protocolo muy conocido para la solicitud del dictamen de expertos, el protocolo Stanford/SRI, que se describe a continuación.

- **Motivación:** establecer una afinidad con el experto, y describir el contexto de la solicitud del dictamen. explicar el método de solicitud de dictamen que se usará y el motivo por el cual se lo concibió de esa forma. El solicitante del dictamen también debe intentar explicarle al experto los sesgos más frecuentes e identificar sesgos posibles en el experto.
- **Estructuración:** definir claramente las cantidades por las cuales se buscan los dictámenes, incluidos, por ejemplo, el año y el país, la categoría de fuente o sumidero, el tiempo de promedio que se debe usar (un año), los datos de la actividad central, el factor de emisión o, en el caso de la incertidumbre, el valor medio de los factores de emisión u otro parámetro de estimación, y la estructura del modelo de inventario. Identificar claramente los factores y las hipótesis condicionantes (p. ej., las emisiones o absorciones resultantes deben corresponder a las condiciones típicas promediadas en un período de un año).
- **Condicionamiento:** trabajar con el experto para identificar y registrar todos los datos, los modelos y la teoría pertinentes y relativos a la formulación de los dictámenes.
- **Codificación:** solicitar y cuantificar el dictamen de expertos. La calificación específica difiere para los distintos elementos y está presente en forma de una distribución de probabilidad para incertidumbre, y una estimación de la actividad o del factor de emisión para los datos de la actividad y los factores de emisión. Si se la administra correctamente, se puede recopilar la información sobre incertidumbre (función de densidad de probabilidad) al mismo tiempo que se recopilan las estimaciones de la actividad o el factor de emisión. La sección sobre codificación del Capítulo 3 describe métodos alternativos para usar en la codificación de la incertidumbre.
- **Verificación:** analizar la respuesta de los expertos y ofrecerles una devolución con las conclusiones relativas a su dictamen. ¿Lo que se codificó realmente es lo que el experto quería decir? ¿Hay incoherencias en el dictamen de experto?

Sesgos posibles en la solicitud del dictamen de expertos

Se deben concebir protocolos para solicitud del dictamen de expertos de forma que superen los sesgos que puede introducir la regla general (a veces denominada heurística) que usan los expertos al formular los dictámenes.

Los sesgos inconscientes más comunes que se introducen a través de la regla general son:

- **Sesgo de disponibilidad:** consiste en basar el dictamen en los resultados más fáciles de recordar.
- **Sesgo de representatividad:** consiste en basar los dictámenes en los datos y la experiencia limitados, sin tener en cuenta otras pruebas pertinentes.
- **Sesgo de anclaje y ajuste:** consiste en fijar en un valor dado de un rango y hacer ajustes insuficientes lejos de éste, para crear una estimación representativa.

Para contrarrestar las dos primeras fuentes potenciales de sesgo, los protocolos de solicitud del dictamen de expertos deben incluir una revisión de las pruebas pertinentes. Para contrarrestar la tercera fuente potencial de sesgo, es importante pedirle al experto que primero produzca dictámenes respecto de los valores extremos, antes de pedirle dictámenes respecto de la mejor estimación o de los valores centrales para una distribución de incertidumbre.

También está la posibilidad de sesgos más conscientes:

- El sesgo motivacional es el deseo de un experto de influir sobre un resultado, para evitar contradecir las posturas anteriores respecto de un tema.
- El sesgo del experto surge como consecuencia del deseo de un experto no capacitado de presentarse como un auténtico experto en la materia. Normalmente, esto daría por resultado estimaciones de incertidumbre demasiado confiadas.
- El sesgo administrativo es el resultado de una situación en la cual un experto emite dictámenes que cumplen objetivos organizativos, en vez de dictámenes que reflejan el estado real del conocimiento respecto de una entrada de inventario.
- El sesgo de selección se produce cuando el compilador del inventario selecciona al experto que dice lo que el primero desea oír.

La mejor forma de evitar estos sesgos es ser cuidadosos en la elección de los expertos. Es posible solicitar dictámenes de expertos a individuos o grupos. Los grupos pueden ser útiles para compartir conocimiento y, en consecuencia, pueden ser parte de los pasos de motivación, estructuración y condicionamiento de la solicitud del dictamen. No obstante, la dinámica grupal puede llegar a introducir otros sesgos. Por eso, es preferible solicitar el dictamen en forma individual. Al solicitarlo en forma independiente para una cantidad dada de dos o más expertos, es posible obtener distintas perspectivas sobre las distribuciones (o los rangos). En algunos casos, las diferencias pueden no traducirse en una diferencia significativa en la estimación total del inventario, como en el caso en el que el inventario no es sensible a la cantidad específica. Así, en estos casos, los desacuerdos existentes entre expertos no afectan significativamente la evaluación general. Con todo, si los dictámenes difieren, y cuando la cantidad por la cual se efectúa el dictamen es importante para el inventario total, hay dos

métodos principales que se pueden utilizar. Uno consiste en estimar las emisiones o absorciones resultantes y efectuar el análisis de incertidumbre por separado para cada conjunto de dictámenes, y comparar los resultados. El otro consiste en solicitar a los expertos que ponderen los dictámenes y los combinen en una evaluación. Se prefiere el primer método siempre que sea posible, pero el último también es aceptable siempre que se ponderen los dictámenes pero no se los promedie. La diferencia radica en el hecho de que la ponderación permite el muestreo de cada estimación del experto, mientras que el promedio puede producir valores intermedios no respaldados por ninguno de los dictámenes. Puede darse una situación similar al comparar las predicciones con los modelos alternativos, como se describe en la sección «Combinación numérica de los conjuntos de datos» de la Sección 2.2.3. Allí se explica la distinción entre ponderación y promedio. Si bien la creación de modelos de ponderación puede ser compleja, es razonable comenzar con la hipótesis de ponderaciones iguales para cada experto, y refinar el desarrollo de las ponderaciones solamente en la medida de lo necesario o adecuado para una situación dada.

Documentación del dictamen de expertos

La naturaleza subjetiva del dictamen de expertos aumenta la necesidad de aplicar procedimientos de garantía y control de la calidad para mejorar la comparabilidad de las estimaciones de emisión e incertidumbre entre los países. Se recomienda documentar los dictámenes de expertos como parte del proceso nacional de archivo, y se alienta a los compiladores del inventario a revisar los dictámenes, en particular para detectar las *categorías principales*. El Cuadro 2A.1 siguiente muestra un ejemplo de los elementos del documento necesarios para lograr un dictamen de expertos transparente (Columna 1) y un ejemplo de los datos que deben registrarse (Columna 2).

Esa documentación ahorra al compilador una cantidad considerable de tiempo en la declaración y documentación del inventario, gracias a la mayor transparencia que posee el inventario. En el Capítulo 6, Garantía y control de la calidad y verificación, del Volumen 1, se incluye un texto más general sobre la documentación, el control y la revisión de los métodos. Se deben aplicar estos principios al uso del dictamen de expertos en la compilación del inventario y en la evaluación de incertidumbre.

CUADRO 2A.1 EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN DEL DICTAMEN DE EXPERTOS	
Elemento de la documentación	Ejemplo de documentación
<i>Número de referencia</i> para el dictamen	<i>EJIPPU2005-001</i>
<i>Fecha</i>	<i>14 de enero de 2005</i>
<i>Nombre del experto participante</i>	<i>Dr. Jorge González</i>
<i>Experiencia de los expertos (referencias, funciones, etc.)</i>	<i>Experto industrial en reducción y emisiones de proceso de ácido nítrico</i>
<i>La cantidad que se está juzgando</i>	<i>Factor nacional de emisión correspondiente a las emisiones de N₂O de la planta de ácido nítrico</i>
<i>La base lógica</i> del dictamen, incluidos los datos que se toman en cuenta. Debe incluir la justificación lógica de la tendencia superior, inferior y central de toda distribución de incertidumbre.	<i>Una falta de datos de medición para 9 de 10 plantas de ácido nítrico. Se ha recomendado la estimación de la única planta como base para un factor nacional que debe aplicarse a la producción nacional de ácido nítrico.</i>
<i>El resultado:</i> p. ej., valor de la actividad, factor de emisión o distribución de probabilidad para la incertidumbre, o el rango y el valor más probable y la distribución de probabilidad inferidos con posterioridad.	<i>8,5 kg de ácido nítrico N₂O/tonelada producido para 1990 – 2003</i>
Identificación de <i>revisores externos</i>	<i>Asociación comercial del ácido nítrico</i>
<i>Resultados de la revisión externa</i>	<i>Véase el documento: e:/2003/ExpertJudgement/EJIPPU2005-001.doc</i>
<i>Aprobación por parte del compilador del inventario</i> con especificación de fecha y persona	<i>25 de enero de 2005, Dr. S. Pérez</i>

Anexo 2A.2 Orientación general para la realización de sondeos

Muchas veces se compilan los datos del sondeo por medio de incentivos financieros / fiscales para la generación de informes. Esta práctica puede introducir un sesgo si los incentivos favorecen un determinado sesgo en la generación de informes. Por ejemplo, el sistema tributario puede favorecer una declaración por debajo del valor real, mientras que los incentivos pueden alentar la declaración por encima del valor real. Asimismo, un régimen impositivo diferencial de categorías diversas con los mismos combustibles puede sesgar la declaración, por ejemplo, una declaración por encima del valor real del combustible usado en las categorías de gravámenes bajos y una declaración por debajo del valor real de los combustibles usados en las categorías de gravámenes elevados.

SONDEOS DE ENERGÍA

Las estadísticas del sector energético son un componente fundamental de los inventarios de emisiones y las probabilidades son elevadas de que se produzca un doble cómputo. La mejor forma de evitar el doble cómputo es compilar los balances de energía según los principios básicos, los conceptos y los métodos desarrollados en el nivel internacional. La publicación de las Naciones Unidas *Energy Statistics: A Manual for Developing Countries* (1991) sirve como guía para los países en desarrollo, para la recopilación exhaustiva, fiable y frecuente de estadísticas de energía. Se analizan en detalle diversas fuentes de incoherencias, por ejemplo: fuentes de datos, conceptos y definiciones, y lapsos temporales / cobertura para todos los tipos de productos básicos energéticos, y se ofrecen recomendaciones para minimizarlas o eliminarlas. Es posible descargar las versiones en inglés y francés de: <http://unstats.un.org/unsd/pubs/gesgrid.asp?ID=51>. Se debe usar esta publicación junto con otras dos publicaciones de las Naciones Unidas:

- *Concepts and Methods in Energy Statistics, with Special Reference to Energy Accounts and Balances* (1982) que analiza: la naturaleza de las estadísticas de energía y los tipos de problemas de políticas para los cuales son necesarias; los problemas conceptuales y metodológicos a los que dan origen estos problemas; y las convenciones posibles que pueden aprobarse para abordar algunos de estos problemas. También estudia el papel clave que desempeñan los equilibrios de energía generales cuantitativos; las características deseables de esos equilibrios –fueren usados para analizar el pasado o para especular acerca del futuro; los problemas de clasificación que plantean las estadísticas de energía; y la relación que existe entre esos datos y otras estadísticas económicas y los marcos contables. El documento está agotado, pero es posible descargar las versiones en inglés, francés y ruso de: <http://unstats.un.org/unsd/pubs/gesgrid.asp?ID=20>.
- *Energy Statistics: Definitions, Units of Measure and Conversion Factors* (1987), que contiene información detallada acerca de las terminologías para los productos básicos de energía, las unidades de medida y conversión de unidades. Incluye las definiciones aprobadas internacionalmente, los factores de conversión y los cuadros descriptivos para análisis y comparación de las estadísticas internacionales de energía. El documento está agotado, pero es posible descargar las versiones en inglés, francés, ruso y español de: <http://unstats.un.org/unsd/pubs/gesgrid.asp?ID=37>.

Asimismo, la AIE ha publicado un Manual de estadísticas de energía que aporta antecedentes útiles para recopilar, declarar y entender las estadísticas de energía; se puede descargar gratuitamente de:

http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1461.

El manual de estadísticas de las Naciones Unidas para los países en desarrollo, en inglés y francés, puede descargarse de http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_56E.pdf.

Véase también <http://unstats.un.org/unsd/pubs/gesgrid.asp?mysearch=energy&sort=title> para conocer otros títulos de Naciones Unidas relativos a la energía.

Enerdata, Eurostat ofrecen también conjuntos de datos adicionales sobre la energía y otras estadísticas.

En algunos casos, los datos de energía no están disponibles con el nivel de detalle necesario para estimar las emisiones; por ejemplo, para las emisiones que no son CO₂ del transporte terrestre en el que éstas dependen en gran medida del uso de conversores catalíticos de los vehículos a gasolina; en estos casos, se debe recurrir a datos de sondeos o censos adicionales para hacer las estimaciones, p. ej., datos de la venta de vehículos y sondeos del tránsito.

SONDEOS DE INDUSTRIAS

Los inventarios de gases de efecto invernadero exigen datos sobre la producción de artículos industriales y, de ser posible, sobre los procesos de producción. A los efectos de recopilar estadísticas armonizadas sobre la producción industrial, se han establecido, a nivel internacional, listas estandarizadas de artículos y se alienta a los

países a adoptarlas para sus propios fines, ya que será lo más rentable. Se actualizan estas listas regularmente, para tomar en cuenta los nuevos productos que van desarrollándose. La lista revisada se basará en la Clasificación Central de Productos (CPC, del inglés,) y será totalmente compatible con la Clasificación Industrial Internacional Estándar (ISIC, del inglés,), la lista de artículos PRODCOM de la Unión Europea y el Sistema Armonizado de Nomenclatura (HS, del inglés,) que se utiliza para las estadísticas de comercio exterior. La lista revisada de artículos industriales y las directrices para los países estarán disponibles en el sitio Web de la División de Estadística de las Naciones Unidas <http://unstats.un.org/unsd/methods.htm> cuando se hayan completado. Las clasificaciones CPC, ISIC y HS pueden encontrarse en <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regct.asp?Lg=1>. Pueden adquirirse datos detallados de la industria química (producción por país de numerosos productos y datos de procesos) de la empresa consultora SRI Consulting (www.sriconsulting.com): Los datos de los procesos de producción de aluminio pueden obtenerse a través de Aluminium Verlag (www.aluverlag.de); puede adquirirse información sobre procesamiento de acero a través de IISI (www.worldsteel.com).

Es más difícil obtener información sobre los procesos de producción usados por la industria. Los registros comerciales pueden contener esta información, pero la logística de mantenerla actualizada es formidable. Con frecuencia, las asociaciones de industrias que agrupan empresas que trabajan en un mismo campo pueden ser una fuente de ayuda útil. En su carácter de especialistas en la materia, tienen «información privilegiada» sobre los procesos más comunes usados, y hasta pueden desear sondear a sus miembros a intervalos regulares para evaluar la penetración de los procesos nuevos. En la década de 1990, Eurostat produjo la lista NOSE-p, nomenclatura de fuentes de emisiones que vincula los procesos con las industrias. Se debe revisar dicha lista, pero sigue siendo un punto de partida útil para los países que comienzan a trabajar en este campo.

Los datos sobre producción industrial y procesos de producción también son sumamente útiles para la producción de estadísticas sobre desechos industriales; al respecto, véase a continuación.

Los datos de producción usados para estimar las emisiones del consumo de un producto o combustible deben incluir, en la medida de lo posible, las estadísticas de importación / exportación de ese producto básico. Las estadísticas de la producción pueden ser utilizadas, con cautela, como sustituto para el consumo, cuando se consideran significativas mas no cuantificables las importaciones o exportaciones netas. No obstante, dado que existe la posibilidad de falta de exhaustividad o sobreestimación de los datos debido a los informes incompletos sobre importaciones y/o exportaciones, debe verificarse con la oficina de estadísticas la exhaustividad de la contabilidad de importaciones y exportaciones.

En los casos en los que se usan datos de producción, se debe tratar de identificar si los datos representan producción bruta o neta (o sea, con o sin reciclado interno). En algunas categorías, estas cifras pueden diferir del 5 al 10 por ciento; por ejemplo: acero, aluminio y vidrio. Independientemente de las estadísticas de la producción, deben aplicarse factores adecuados de emisión y el compilador del inventario debe ser sensible a cualquier impuesto o influencia financiera que pueda traducirse en una declaración por encima o por debajo de los valores reales de las emisiones.

SONDEOS Y CENSOS AGRÍCOLAS

Desde su fundación, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, del inglés, *Food and Agriculture Organization*) ha promovido la realización de censos agrícolas nacionales mediante su Programa Mundial de Censo Agropecuario; véase <http://www.fao.org/es/ess/census/default.asp>; elabora el programa la División de Estadística de la FAO en colaboración con numerosos especialistas en estadísticas agrícolas experimentados de todo el mundo. Véase el «Programme for the World Census of Agriculture 2000»: FAO Statistical Development Series No. 5, 1995, <http://www.fao.org/es/ess/census/agcenp12.asp>.

El programa se suplementa con información práctica sobre los pasos necesarios para efectuar en la práctica un censo agrícola. Véase «Conducting Agricultural Censuses and Surveys» FAO, 1995, <http://www.fao.org/es/ess/census/agcensus.asp>.

Entre otra orientación de la FAO sobre la ejecución de sondeos agrícolas se incluye:

- «*Sampling Methods for Agricultural Surveys*», FAO Statistical Development Series No. 3 (1989); presenta los fundamentos de la teoría de la probabilidad del muestreo y los conceptos básicos en cuestión. Se concentra en el diseño de una muestra, que cubre sólo una parte del diseño general de sondeos de muestras agrícolas. Se analizan los diferentes métodos de muestreo, incluidos el muestreo aleatorio simple, la estratificación, el muestreo sistemático, la probabilidad proporcional al tamaño del muestreo, el muestreo por conglomerados, el muestreo por etapas múltiples, el muestreo por fases múltiples y el muestreo por área. Asimismo, se tratan los siguientes temas: los aspectos del diseño de muestras, tales como asignación de muestras a estratos y a diferentes etapas del muestreo; métodos de ponderación y estimación de muestras, tales como estimaciones insesgadas y proporcionales y métodos para la estimación de errores de muestreo,

incluidos los métodos replicados. También se discuten algunos problemas prácticos que surgen al diseñar y efectuar sondeos de muestras, incluidos los problemas de marcos y evaluación de errores relacionados y no relacionados con el muestreo.

- «*Collecting Data on Livestock*», FAO Statistical Development Series No. 4 (1992); presenta un marco general para las estadísticas de ganado dentro del contexto de un sistema nacional de estadísticas agrícolas. Se discuten diferentes métodos de recopilación de datos, con referencia particular a los problemas del ganado nómada. Asimismo, se presentan directrices para llevar a cabo censos de ganado. Se presentan conceptos y definiciones para la recopilación de datos sobre productos derivados del ganado (carne, leche, huevos, lana y pieles), junto con un análisis de las estadísticas sobre costos de producción y alimentos / pienso.
- «*Multiple Frame Agricultural Surveys: Volume 1&2*», FAO Statistical Development Series No. 7 and 10 (1996&1998). Los programas nacionales actuales de sondeos agrícolas, establecidos para obtener datos básicos fiables y oportunos sobre el sector agrícola se basan en uno de tres métodos para el muestreo, a saber: marcos muestrales de listas (habitualmente marcos de muestreo de granjas), marcos muestrales de áreas y múltiples marcos muestrales. Los diseños de múltiples marcos son aquellos que combinan la muestra de un área con muestras complementarias de listas (granjas). Los métodos de múltiples marcos deben constituir el pilar estadístico de los programas nacionales para sondeos agrícolas en mayor número de países, debido a sus ventajas respecto de los métodos tradicionales de muestreo de granjas.

El Volumen 1 es una introducción exhaustiva al establecimiento y la ejecución de programas de sondeo de muestras de áreas y probabilidad de marcos múltiples, con énfasis en los métodos y las prácticas aplicables en los países en desarrollo. Incluye una clasificación general de diseños alternativos para sondeos agrícolas, con una indicación de sus respectivas ventajas y limitaciones. Estudia varios aspectos que deben considerarse para establecer y llevar a cabo un programa periódico de sondeos agrícolas basados en métodos de múltiples marcos de muestreo, o sea la selección de probabilidades y los métodos de estimación, la organización del sondeo, los equipos y materiales necesarios, la recopilación de datos, el resumen y el procesamiento. El libro incluye una descripción detallada de una categoría de diseños de múltiples marcos considerados especialmente útiles para los países en desarrollo.

El Volumen 2 presenta los métodos de sondeo de área y múltiples marcos para programas de sondeo agrícola que se utilizan actualmente en diversos países. Brinda ejemplos reales de la aplicación de los métodos de sondeo presentados en el primer volumen.

SONDEOS FORESTALES

La FAO es también la organización líder en la recopilación de datos sobre silvicultura. El Departamento Forestal de la FAO está ejecutando un importante programa de apoyo para la evaluación de los bosques nacionales. Puede encontrarse información sobre este programa, incluidos el diseño del muestreo, la intensidad, la configuración de la trama y las variables a recopilar, en los siguientes sitios Web:

www.fao.org/forestry/site/24673/en (panorama general, en inglés) y www.fao.org/forestry/site/3253/en (información más detallada)

La FAO también produjo una serie de materiales en línea para evaluación de recursos forestales; véase www.fao.org

Entre otras publicaciones pertinentes se incluyen:

- Manual of forest inventory FAO Forestry Paper 27 (FAO, 1981), http://www.fao.org/icatalog/search/dett.asp?aries_id=2587 (disponible en francés exclusivamente).
- Estimación del volumen de bosques y predicción de las producciones. FAO Forestry Paper 22/1 y 22/2 (FAO, 1980), <http://www.fao.org/icatalog/inter-e.htm>.
- Community forestry: rapid appraisal, Community Forestry Note 3 (FAO, 1989), http://www.fao.org/icatalog/search/result.asp?subcat_id=16.

SONDEOS DE DESECHOS

En términos generales, las industrias tienen una idea bastante aproximada del volumen y la composición de los desechos que producen cada año, ya que con frecuencia deben pagar para que sea quitado del lugar y debidamente tratado. Por consiguiente, los sondeos de industrias deben arrojar como resultado datos fiables sobre los desechos generados y su composición. No obstante, es un tema tan delicado, que el porcentaje de respuestas suele ser muy bajo y los datos pueden no ser fiables.

Gran parte de los desechos industriales es un efecto secundario inevitable y su tipo y volumen es directamente proporcional al volumen de producción; también dependen de la tecnología que se utilice en el proceso de producción. Por lo tanto, para cada tipo de tecnología puede producirse un factor de desechos. Muchas de las estadísticas disponibles sobre desechos industriales son el resultado de modelos basados en estos factores, junto con la información sobre la producción industrial y la distribución de los principales procesos tecnológicos usados en el ramo que se evalúa. Una fuente útil para ello es el informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente, «Development and application of waste factors: an overview» véase http://reports.eea.eu.int/technical_report_37/en, que ofrece un panorama general sobre los factores de desecho, sus derivaciones y aplicaciones y la experiencia de su utilización, basado en los informes y en la bibliografía disponible. Para el caso de los desechos municipales, los sondeos directos no son la mejor manera de estimar volúmenes o su composición. Su principal desventaja es que son costosos y que los encuestados muchas veces desconocen el volumen real de desechos que generan, ni de su composición, lo que se traduce en grandes incertidumbres sobre las cifras resultantes.

El método más común para estimar desechos municipales es sencillamente pesar una muestra tomada de los vehículos de recolección de residuos antes y después de la recolección, y obtener un número bruto que cubra toda la población. La muestra debe cubrir los vehículos de recolección de una amplia gama de áreas: urbanas y rurales, de altos y de bajos recursos, con y sin jardines, etc, a la vez que debe cubrir varios periodos a lo largo del año, de modo que la muestra pueda considerarse representativa de toda la población y para todo el año. La estimación de la composición de desechos municipales es más complicada. Se pueden establecer paneles de hogares para monitorear la generación y la composición de sus desechos en forma más estrecha y a lo largo de un periodo. Los paneles son básicamente pequeñas muestras constantes a lo largo del tiempo y, por lo tanto, son muy adecuados para monitorear tendencias. Debido a que el panel debe estar involucrado en forma muy activa en la ponderación y en el análisis de los contenidos de sus cestos de desechos, con frecuencia es necesario pagar a los participantes por los datos aportados y esto puede ser un factor muy limitante. Por lo tanto, los factores de la composición suelen basarse en proyectos de investigación y en estudios técnicos realizados en institutos de investigación, a veces -aunque no siempre-, a solicitud de la municipalidad o del ministerio pertinentes.