

# Fundamentos de Monitoreo, Reporte, y Verificación Exitosa Bajo un Programa de Tope e Intercambio de Emisiones

**John Schakenbach, Robert Vollaro y Reynaldo Forte**

*Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Oficina de Programas Atmosféricos, Washington, DC*

## EXTRACTO

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) desarrolló e implementó el Programa de Lluvia Ácida (ARP, por sus siglas en inglés), y el Programa de Intercambio de Presupuesto de NO<sub>x</sub> (NBTP, por sus siglas en inglés) utilizando varios elementos fundamentales de monitoreo, reporte y verificación (MRV, por sus siglas en inglés): (1) garantizando el cumplimiento a través de incentivos y multas automáticas; (2) certeza de calidad estricta (QA); (3) un enfoque de colaboración en los procesos de petición; (4) reportaje electrónico estandarizado; (5) flexibilidad en el cumplimiento para fuentes emisoras pequeñas; (6) registros completos requeridos para datos de emisiones; (7) administración centralizada; (8) igualdad de condiciones; (9) datos disponibles al público; (10) enfoque basado en rendimiento; y (11) reduciendo conflictos de interés. Cada uno de estos elementos se discute en el contexto de la experiencia de los autores bajo estos dos programas de tope e intercambio de emisiones de los Estados Unidos y su aplicación potencial a otros programas de tope e intercambio.

La Oficina de Gerencia y Presupuesto de los Estados Unidos encontró que el Programa de Lluvia Ácida ha sido responsable de los beneficios a la salud humana más ampliamente cuantificados, que cualquier otro programa de reglamentaciones federales implementado en los últimos 10 años, con beneficios anuales que exceden los gastos por 40 a 1. Los autores creen que los elementos descritos en este reporte contribuyeron grandemente a este éxito. La EPA ha utilizado los elementos fundamentales del ARP como modelo para otros programas de tope e intercambio de emisiones, incluyendo el NBTP, que entró efecto en el 2003, y la recientemente publicada Regla Interestatal de Aire Limpio (CAIR, por sus siglas en inglés) y la Regla del Mercurio para el Aire Limpio (CAMR, por sus siglas en inglés). Los autores creen que utilizando estos elementos fundamentales para desarrollar e implementar la porción del MRV de sus programas de tope e intercambio de emisiones ha establecido la base de la confianza pública en estos programas, en datos de emisiones altamente precisos y completos y una alta tasa de cumplimiento (en general de más de 99%).

## INTRODUCCIÓN

El Programa de Lluvia Ácida de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) fue instituido en 1990 bajo el Título IV del Acta de Aire Limpio (CAA, por sus siglas en inglés) y establecido por la EPA en el 1995. El ARP regula el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y las emisiones de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de las plantas generatrices que queman combustibles fósiles, tales como carbón, aceite y gas natural; y que sirven a generadores

de más de 25 MW. Para estas unidades, la Parte 75 del volumen 40 del Código de Reglamentaciones Federales (CFR, por sus siglas en inglés) requiere el monitoreo continuo y el reporte de las emisiones totales de masa de SO<sub>2</sub>, las emisiones totales de masa del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (la Sección 821 del CAA requiere que las emisiones de CO<sub>2</sub> sean monitoreadas y reportadas a la EPA), la tasa de emisión de NO<sub>x</sub> y el consumo energético. El componente de SO<sub>2</sub> del ARP es un programa de tope e intercambio de emisiones diseñado para reducir la deposición ácida limitando los niveles de emisión de SO<sub>2</sub> en los 48 Estados más bajos de los Estados Unidos. La EPA controla las emisiones de NO<sub>x</sub> de las plantas generatrices quemando carbón como combustible a través de estándares basados en tasas ligados a los tipos de calderas y permite a las compañías promediar las tasas para estas plantas generatrices.

En octubre de 1998, la EPA agregó la Subparte H a la Parte 75, la cual proporciona un modelo para el monitoreo y reporte de las emisiones totales de masa de NO<sub>x</sub> y del consumo energético bajo un programa estatal o federal de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub>. La agencia anticipó que tales programas eran probables a entrar en existencia debido a la preocupación cada vez mayor de los peligros a la salud asociados a las emisiones de NO<sub>x</sub> de las plantas generatrices y las fuentes industriales grandes. El NO<sub>x</sub> es un precursor en la formación del ozono y de la materia particulada fina. La Subparte H desde que fue adoptada ha sido la metodología de monitoreo requerida para las emisiones totales de masa de NO<sub>x</sub> y el consumo energético bajo el Programa de Intercambio y Presupuesto de NO<sub>x</sub> (NBTP).

Ya que el ARP, de acuerdo a la Oficina de Gerencia y Presupuesto de los Estados Unidos, ha sido el responsable de los beneficios a la salud humana más ampliamente cuantificados sobre cualquier otro programa de reglamentación federal implementado en los últimos 10 años, la EPA ha utilizado la ARP como modelo para otros programas de tope e intercambio de emisiones, incluyendo el NBTP, que entró en vigor en el 2003. Así también el CAIR y el CAMR cuyos componentes de control fueron programados para entrar en vigor en el 2008 y 2009, respectivamente. Estas normas también exigen que el monitoreo de emisiones se realice de acuerdo con la Parte 75.

Un elemento clave en el fundamento de los programas de tope e intercambio de emisiones de la EPA es el requisito de obtener y reportar datos precisos sobre las emisiones mediante el monitoreo continuo de parámetros claves, tales como la concentración de contaminantes y la tasa de flujo volumétrico de los gases de salida de la chimenea. Todas las fuentes emisoras en los programas de intercambio de emisiones están obligadas a monitorear y reportar las emisiones de acuerdo con un conjunto único de normas, es decir, la Parte 75. Los requisitos básicos de monitoreo de la Parte 75 son el uso de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) para todos los contaminantes y parámetros. Sin embargo, la Parte 75 permite alternativas a los CEMS para las siguientes unidades y tipos de combustible: (1) las unidades que funcionan quemando petróleo y gas como combustible pueden recurrir a los medidores de flujo de combustible y a los datos de muestreo de combustible para estimar la tasa de consumo energético y las emisiones por hora de SO<sub>2</sub>, (2) las unidades de horas pico que funcionan quemando petróleo y gas

## IMPLICACIONES

Este artículo presenta varios elementos que los autores creemos son fundamentales para el éxito de los dos programas de tope e intercambio de emisiones: el ARP y el NBTP. Estos elementos pueden ser útiles para el diseño y aplicación de otros programas de tope e intercambio de emisiones, tanto dentro como fuera de los Estados Unidos.

como combustible pueden utilizar el medidor de flujo de combustible junto con una curva de correlación de la tasa de emisión de NO<sub>x</sub> en comparación con la tasa de consumo energético derivado de las pruebas de emisión para estimar las emisiones por hora de NO<sub>x</sub>, (3) cualquier unidad puede utilizar el muestreo de combustible y las tasas de alimentación de combustible para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> (aunque esta opción se permite para las unidades quemando carbón, ninguno de ellos lo utilizan, ya que en el ARP y el NBTP, todas las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de las unidades quemando carbón son medidas utilizando CEMS), (4) las unidades de baja emisión que utilizan petróleo y gas como combustible pueden utilizar las tasas de emisión predeterminadas y los registros de uso de combustible para estimar las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>; y (5) las unidades quemando carbón con muy bajas emisiones de mercurio (Hg) puede utilizar una concentración predeterminada de Hg derivado de las pruebas de emisiones para estimar las emisiones totales de masa del Hg.

Un reciente informe multi-agencial al Congreso llegó a la conclusión que (1) las normas de monitoreo del ARP incluyen procedimientos estrictos para la sustitución de datos para estimar las emisiones cuando los métodos aprobados no son utilizados, proveen un incentivo fuerte para reducir al mínimo el tiempo de inactividad del monitor y ayudar a asegurar que las emisiones no son subestimadas, (2) todos los monitores están obligados a cumplir con normas de certeza de calidad estrictas (QA) para demostrar su precisión, exactitud y puntualidad, y (3) los monitores utilizados por las fuentes emisoras para cumplir con el ARP han alcanzado un nivel sin precedentes de rendimiento con respecto a todos estos criterios.

Los autores creen que, como resultado directo de la implementación de los requisitos estrictos de certeza de calidad y los procedimientos de sustitución de datos en sus programas de tope e intercambio de emisiones, las fuentes reguladas han proporcionado a la EPA con datos de emisiones muy precisos y confiables y han logrado un récord de cumplimiento casi perfecto. Sin embargo, estos altos niveles de calidad de los datos y el cumplimiento de las fuentes no fueron alcanzados desde el inicio de los programas. Por el contrario, se han logrado a través de varios años de cuidadosa implementación de estos programas, en estrecha colaboración y cooperación con la comunidad regulada. Los autores creen que para que un programa de tope e intercambio de emisiones pueda tener éxito, es esencial que los elementos de monitoreo, reporte y verificación (MRV QA/QC) del programa se base en principios que fomenten el desarrollo y mantenimiento de un programa fuerte. El éxito de los programas de tope e intercambio de emisiones tienen su resultado, en gran parte, por la implementación de los siguientes elementos clave del MRV: (1) la garantía de cumplimiento a través de incentivos y sanciones automáticas; (2) certeza y control de calidad fuertes, (3) con un enfoque de colaboración en los procesos de petición, (4) reportes electrónicos estandarizados, (5) flexibilidad en el cumplimiento para las fuentes de baja emisión; (6) registros completos para datos de emisiones requeridos; (7) una administración centralizada; (8) igualdad de condiciones; (9) datos disponibles al público; (10) enfoque basado en rendimiento; y (11) reduciendo los conflictos de interés.

Este artículo analiza brevemente la filosofía y los principios motivantes detrás de estos elementos del programa MRV según han sido aplicados en los últimos 10 años en el ARP y más recientemente, en el NBTP. También analiza cómo estos principios pueden ser aplicados a otros programas de tope e intercambio de emisiones.

## DISCUSIÓN

### Garantía de Cumplimiento a través de Incentivos y Multas Automáticas

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* El ARP y el NBTP están basados en un sistema monetario de permisos de emisión intercambiables (1 tonelada de SO<sub>2</sub> o de NO<sub>x</sub> = 1 permiso) esto requiere una reconciliación de emisiones y permisos al final del año que sea rápida. Debido a esto, la EPA ha tenido que reducir al mínimo el uso de procedimientos tradicionales

de fiscalización. (Para el NBTP, que es un programa estacional para la temporada de ozono [del 1 de mayo al 30 de septiembre], la reconciliación se realiza al final de la temporada de ozono). Si la EPA tuviera que procesar muchos casos utilizando la fiscalización tradicional, a través del sistema judicial, la reconciliación de fin de año podría estar inaceptablemente retrasada, introduciría la incertidumbre del mercado en el programa y aumentaría los gastos. En los programas de tope e intercambio de emisiones las actividades de fiscalización se reducen al mínimo mediante la creación de incentivos para el cumplimiento de los reglamentos y estatutos, incluyendo: disposiciones para pruebas de certeza de calidad de frecuencia reducida cuando los resultados de prueba superiores son alcanzados, requisitos para falta de datos progresivamente estrictos, requisitos para el reporte y mantenimiento de registros electrónicos completos y sanciones legales automáticas que sean mayores que los gastos de los permisos. Estas disposiciones se discuten en los siguientes párrafos.

En ambos el ARP y el NBTP, las disposiciones de control de calidad han incorporado incentivos para una mayor precisión y autofiscalización. Por ejemplo, una fuente emisora que utiliza un medidor de flujo de combustible como uno de sus métodos de monitoreo estará obligada a calibrar dicho medidor de flujo una vez al año, a menos que se realicen análisis de datos trimestrales comparando las tasas de flujo de combustible medido con las unidades de carga correspondientes, demostrando que el medidor de flujo sigue generando datos precisos. En este caso, el intervalo entre las calibraciones del medidor de flujo puede ser extendido por 5 años o más.

Del mismo modo, una fuente emisora utilizando un CEMS que logra unos excelentes resultados de precisión relativa (RA, por sus siglas en inglés) (mayor o igual al 7.5%; los resultados de las RATAS bajo ambos el ARP y el NBTP están promediando una precisión de 2.5% o mayor) para una prueba de auditoría (RATA, por sus siglas en inglés) sólo necesitan realizar la RATA una vez al año en lugar de dos veces al año. Para esto se requiere realizar una prueba estadística de parcialidad (one-tail *t* test), a partir de los datos de una RATA. Si la prueba de parcialidad falla, un factor de corrección debe ser aplicado a los datos de emisión reportados para prevenir una subestimación de las emisiones. Para muchas fuentes emisoras, la prueba de parcialidad proporciona incentivos para encontrar y corregir cualquier problema subyacente del monitoreo causando un reporte de datos insuficiente y nos ayuda a evitar casos legales potenciales de fiscalización.

Las disposiciones para datos faltantes (sustitutos) para el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, y el NO<sub>x</sub> en la Parte 75 del 40 CFR se requiere que sean utilizados por una fuente emisora cuando su equipo de monitoreo o metodología no está funcionando correctamente. Utilizando datos históricos sobre la confiabilidad de los tipos de CEMS usados en el ARP, la EPA desarrolló unos "puntos de corte" para la disponibilidad de los datos del monitor (es decir, cuando la disponibilidad es de un 95%, la disponibilidad es de un 90%, etc.). Según la disponibilidad de los datos del monitor cae por debajo de cada punto de corte sucesivo, los valores de los datos sustitutos requeridos vienen a ser cada vez más y más conservadores ambientalmente hablando. Esto causa que la fuente emisora sobre reporte sus emisiones y a la vez proporciona un incentivo convincente para proveer un mantenimiento y certeza de calidad apropiada al equipo de monitoreo. Una excelente descripción detallada de las provisiones de datos faltantes puede encontrarse en la *Guía de Lenguaje Sencillo de la Regla de la Parte 75* ([www.epa.gov/airmarkets/monitoring/plain\\_english\\_guide\\_part75\\_rule.pdf](http://www.epa.gov/airmarkets/monitoring/plain_english_guide_part75_rule.pdf)).

El resultado de estos incentivos es una tasa de cumplimiento global de más de 99%. Esto significa mucho menos tiempo utilizado en casos legales debido a la fiscalización. La revisión de los nueve casos de fiscalización relacionados al monitoreo en más de 10 años, puede requerir 40 horas por persona por caso, que incluyen análisis técnicos, resúmenes gerenciales, enlaces con otras oficinas de la EPA y el Departamento de Justicia de los Estados Unidos, y llamadas de conferencia con la fuente regulada ofensora. Estas medidas de fiscalización a menudo obstaculizan el progreso de una fuente emisora

en el cumplimiento de sus objetivos para la reducción de emisiones.

Incluso con relativamente pocas acciones de fiscalización requeridas, estas pocas son vigorosamente realizadas. En el punto de vista de los autores, ningún programa de reducción de emisiones que sea no obligatorio, incluyendo un programa de tope e intercambio de emisiones, puede tener éxito a largo plazo sin la aplicación rigurosa de un programa de fiscalización. La fiscalización rigurosa de violadores envía un mensaje a toda la comunidad regulada de que el incumplimiento no será tolerado. Los componentes claves de un programa de fiscalización robusto incluyen el mantenimiento de registros, el reporte y las multas.

Los requisitos para el mantenimiento de registros y la presentación de informes son esenciales para un programa de cumplimiento estricto. Reportes de los datos electrónicos normalizados sometidos a la EPA una vez por trimestre permite el seguimiento de la calidad de los datos de emisiones durante todo el año, así como el estatus de las emisiones en comparación con los permisos retenidos. Los autores han encontrado que tener la capacidad para detectar problemas al menos una vez por trimestre permite a la fuente emisora realizar más correcciones a tiempo antes de la reconciliación al final del año y a menudo permite a la fuente emisora el evitar multas significativas.

Datos que la fuente emisora debe reportar y mantener en los archivos de la facilidad incluyen: (1) datos de emisiones por hora, (2) datos de consumo energético y carga de salida, (3) los resultados de cualquier prueba necesaria de certeza y control de calidad, (4) datos de las horas de operación de la fuente emisora para el trimestre y las horas de funcionamiento acumuladas para el año calendario; (5) toneladas de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> emitido en base trimestral y acumulativa y (6) cualquier otra información útil para verificar las emisiones totales de masa de una fuente emisora. La EPA requiere que los datos sean sometidos electrónicamente, debido al gran volumen de información que debe ser reportado. La agencia proporciona un formato estándar para la presentación de datos electrónicos (EDR, por sus siglas en inglés), que debe utilizarse y proporciona un programa de seguimiento para verificación de los datos de monitoreo (MDC, por sus siglas en inglés) que puede ser utilizado por la fuente para realizar verificaciones de control de calidad en los datos antes de que estos sean presentados. Este programa de verificación permite que el formato de documentos, omisiones involuntarias y problemas similares sean corregidos más rápido. En ocasiones, este programa descubre problemas que no son corregibles, por ejemplo, cuando una prueba de control de calidad no se ha hecho correctamente y los datos deben ser invalidados. Aunque el uso de este programa de MDC es opcional, la EPA lo promueve, porque utilizando el MDC se reduce el número de veces que los datos deben ser reenviados y ahorra tiempo y dinero. Utilizando varios programas de computadoras, la EPA procesa cada informe trimestral a través de rigurosas evaluaciones de control de calidad para verificar la precisión de los datos y la similitud con el formato requerido. Después de la revisión, la EPA envía notificaciones a las fuentes afectadas, indicando si los datos trimestrales son o no aceptables.

Para una fuente emisora del ARP que no cumpla con la cantidad de permisos de emisión que debe tener retenidos para un año calendario en particular, la Sección 411 de la Ley de Aire Limpio establece estrictas sanciones automáticas. La multa o sanción por el exceso de emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> es de \$2,000/ton, ajustada por el efecto de inflación cada año y pagadero sin derecho a reclamación al Tesoro de los Estados Unidos. Esta sanción legal es significativamente mayor que el valor de un permiso. En la práctica, después de la reconciliación del fin de año, la EPA envía una carta a cualquier fuente con exceso de emisiones y la fuente debe pagar al Administrador de la EPA en un plazo de 30 días. Con esta sanción automática, generalmente no hay necesidad de la EPA de pasar por los tribunales para cobrar la multa.

La Sección 411 del CAA también requiere a una fuente emisora que haya violado su límite de emisiones o excedido los permisos de emisión retenidos que compense el exceso de emisiones por una cantidad de toneladas equivalentes a lo excedido en el año natural

siguiente. Detalles de las sanciones por exceso de emisiones puede ser encontrado en la Parte 77 del 40 CFR ([www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx\\_04/40cfr\\_v15\\_04.html](http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_04/40cfr_v15_04.html)).

En 2004, la multa por exceso de emisiones de SO<sub>2</sub> fue de \$2,963 por tonelada (esto es una cantidad ajustada por efecto de la inflación, de la cantidad de \$2,000 que el Congreso estableció en 1990). A los propietarios de cuatro unidades (de un total de 3391 unidades en el programa) se le impuso una multa de aproximadamente \$1.4 millones por emitir 465 toneladas de SO<sub>2</sub> en exceso de los permisos de emisión retenidos en sus cuentas. Si estas fuentes emisoras hubieran comprado los permisos correspondientes, solamente hubieran tenido que pagar de forma colectiva \$139,500 (asumiendo el precio de subasta más alto del 2004 de \$300 por permiso).

Las decisiones finales bajo la Parte 77 por exceso de emisiones pueden ser apeladas bajo los Procedimientos de Apelación de la Parte 78 del ARP. Una fuente emisora debe agotar los procedimientos de apelación bajo la Parte 78 antes de solicitar una revisión judicial. La EPA puede imponer una multa civil discrecional menor que o igual a \$ 25,000 por día por violación (véase la Sección 113 del CAA [Código de los Estados Unidos #42, la USC, 7613]). Contabilidad por efectos de la inflación (véase el Acta Federal de Ajuste por Inflación para Sanciones Civiles de 1990 [28 USC 2461] y el Acta de Mejoras en el Cobro de Deudas de 1996 [31 USC 3701]) en el 2006, esta sanción es de \$32,500 por cada día por violación. Aunque la EPA no necesita evaluar sanciones criminales en virtud del ARP o el NBTP, esta sanción es también prevista en la Sección 113 del CAA.

Estas disposiciones legales fuertes proporcionan excelentes incentivos para que una fuente emisora cumpla y son útiles porque eliminan algunas decisiones discrecionales de la agencia en la evaluación de sanciones. Las disposiciones legales son además mucho más difíciles de cambiar que las disposiciones reglamentarias similares.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Las sanciones automáticas incorporadas en una ley o reglamento pueden reducir la carga de cualquier agencia implementadora al disminuir la cantidad del poder discrecional permitido en el cálculo de las sanciones y reduciendo la cantidad de tiempo utilizado en adjudicarlas. Una disposición similar a los procedimientos de apelación de la Parte 78 en el 40 CFR también puede ser útil en la reducción de la carga de trabajo en un sistema judicial.

Disposiciones reglamentarias para el control de calidad con incentivos de cumplimiento incorporados similares a aquellos en los Estados Unidos podrían ser desarrollados para los equipos de medición específicos que se utilizan en cualquier programa de tope e intercambio de emisiones. Una agencia implementadora podría también desarrollar disposiciones para datos sustitutos que se adapten a la tecnología específica que está siendo utilizada en sus programas de tope e intercambio de emisiones para proporcionar incentivos para su cumplimiento.

### Un Control de Calidad Fuerte

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Un control de calidad fuerte es fundamental para cualquier programa de tope e intercambio de emisiones. Un control de calidad fuerte ayuda a mantener la "igualdad de condiciones", según discutido más adelante, ayuda a mantener la confianza en el valor de los permisos de emisión y mejor aún se asegura de que se cumplan las metas de reducción de emisiones. Un buen control de calidad incluye, (1) normas de rendimiento fuertes para los equipos, (2) la preparación del personal de monitoreo, (3) auditorías electrónicas (estas auditorías son posibles porque las fuentes emisoras someten sus datos a la EPA en formato electrónico normalizado), (4) auditorías de campo utilizando equipos independientes y calibración de gases que pueden ser rastreables a través del Instituto Nacional de Normas y Tecnología, (5) auditorías selectivas utilizando una serie documentada de criterios, y (6) auditorías en fuentes seleccionadas al azar.

El ARP y el NBTP se construyeron sobre fuertes especificacio-

nes de desempeño para los CEMS, medidores de flujo de combustible y muestreo y análisis de combustible. El nivel de control de calidad está basado en la masa total del contaminante emitido por un sector de fuentes emisoras. Unidades con alto nivel de emisiones, por ejemplo, plantas generatrices que utilizan carbón como combustible, tienen unos requisitos de control de calidad y de precisión mayores que las unidades con bajo nivel de emisiones, como por ejemplo, unidades de horas pico que queman gas como combustible.

La EPA proporciona como herramienta de control de calidad un programa de computadoras para que las fuentes reguladas puedan habitualmente verificar el formato electrónico de sus reportes y las calculaciones antes de enviarlas a la EPA. Esto reduce al mínimo el número de problemas en los envíos de reportes y reduce el número necesario de reenvíos. La EPA utiliza esta misma herramienta para verificar de forma automática el formato y los cálculos para cada hora de datos en los envíos electrónicos normalizados de datos que provienen de fuentes reguladas y proporcionar retroalimentación automática y rápida a cada fuente.

La EPA también utiliza otras herramientas de auditoría electrónica que no le son provistas a la comunidad regulada. Una de estas herramientas produce una lista de fuentes emisoras para auditorías de campo selectivas basadas en criterios estadísticos, realiza verificaciones para varios parámetros enviados en cada informe electrónico trimestral, por ejemplo, la pobre correlación entre el consumo energético de la unidad y la potencia eléctrica en una planta generatriz. Otras herramientas de auditoría electrónica permiten que la EPA verifique áreas de problemas específicos en una base ad-hoc, por ejemplo, para verificar la sustitución adecuada de datos faltantes.

Las auditorías de campo proporcionan otro medio importante de garantizar la calidad de los datos de emisiones. Estas auditorías generalmente consisten en una preparación previa (es decir, la revisión de los datos del plan de monitoría de la unidad, el análisis histórico de los datos de emisiones, etc.), la inspección in-situ del equipo de monitoreo, revisión de registros (incluyendo la revisión de los registros de mantenimiento y el examen del plan de control de calidad para la unidad), observaciones para pruebas de control de calidad y entrevistas con personal de la planta. Algunos auditores de campo también tienen el equipo y la experiencia necesaria para llevar a cabo pruebas de rendimiento independientes de los sistemas de monitoreo.

Hay muchos beneficios de las auditorías de campo, incluyendo el que (1) proporcionan incentivos a los gerentes para comprometer recursos para el monitoreo de emisiones, (2) promueven mejoras en prácticas de monitoreo, (3) alientan a las fuentes emisoras a evaluar periódicamente la calidad de sus datos y (4) verifican que las actividades necesarias de certeza y control de calidad se estén implementando. Ocasionalmente, una empresa que esté realizando pruebas de emisiones en una chimenea, puede ya sea realizar la prueba o los cálculos incorrectamente, pero no notifica a la fuente emisora hasta semanas más tarde. Si la fuente emisora se entera de que, efectivamente, falló una prueba de control de calidad, ellos deberán utilizar procedimientos punitivos debido a falta de datos, que les puede costar mucho dinero. Actualmente, hay un esfuerzo por parte de la EPA y otros sectores para certificar las credenciales de organizaciones que realizan pruebas de emisiones en chimeneas para evitar problemas similares a estos. Una estándar recientemente disponible para realizar esto pertenece a la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) D 7036-04, Práctica Estándar para la Competencia en el Muestreo de Cuerpos con Emisiones al Aire (disponible para su compra en [www.astm.org](http://www.astm.org)).

*Aplicación Potencial a Otros Programas.* Un control de calidad fuerte puede ser utilizado para mejorar cualquier programa, pero esto es esencial para programas basados en el mercado de permisos para mantener la integridad de la reducción de emisiones y la confianza en el valor de los permisos de emisión. Para un programa de tope e intercambio de emisiones, los autores creen que las normas de rendimiento para los equipos utilizados para determinar las emisiones

deben estar documentadas y ser tan fuertes como sea posible y ser aplicadas consistentemente a aquellas fuentes afectadas con emisiones significativas. Las normas de rendimiento para fuentes emisoras con contribuciones insignificantes a las emisiones totales no necesitan ser tan estrictas, pero también deben ser documentadas y aplicadas en forma consistente.

Cualquier programa de reducción de emisiones se puede beneficiar de auditorías electrónicas realizadas en las fuentes reguladas. Si la agencia implementadora hace verificaciones para detectar problemas en una base trimestral o más frecuente, se reduce la necesidad de acciones a fin de año debido a la fiscalización. Para llevar a cabo auditorías electrónicas más eficaces, se debe requerir un formato normalizado de reporte electrónico, tal como el Lenguaje de Marcado Extendido (Extended Markup Language, XML, por sus siglas en inglés), con suficientes elementos de datos para comprobar que las emisiones totales de masa fueron determinadas correctamente.

También puede ser útil para las fuentes emisoras en un programa de tope e intercambio de emisiones el ejecutar sus propios datos a través de un programa de computadoras de verificación estandarizada antes de enviarlos a una agencia implementadora. Este permite la corrección temprana de errores de formato, omisiones involuntarias y problemas similares y reduce el número necesario de reenvíos. Los programas de computadoras para verificación de datos deben ser escritos en un lenguaje de programación que sea compatible con el sistema operativo y las limitaciones del equipo computarizado de aquellos que va a utilizar el programa. En ocasiones, los programas de verificación pueden descubrir problemas que no pueden ser corregidos, como por ejemplo, cuando una prueba de control de calidad no se ha hecho correctamente y los datos deben ser invalidados. Las auditorías de campo se realizan mejor por personal debidamente adiestrado y que no tienen conflictos de interés. Dicho personal puede ser proporcionado por la agencia implementadora o por una organización independiente de partes interesadas. Es preferible que cualquier dispositivo de calibración o los gases utilizados para realizar auditorías de campo sean rastreables a través de un organismo nacional de normalización, por ejemplo, el Laboratorio Nacional de Física de Inglaterra, el Instituto Holandés de Medición, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos, o una organización similar. Se debe tener mucho cuidado al realizar auditorías de campo por sorpresa, ya que la fuente emisora puede estar cerrada cuando los auditores lleguen a la instalación. Organizaciones que realizan muestreo de emisiones o suministran pruebas de control de calidad a los datos, como por ejemplo, los verificadores de grupos interesados, deben estar certificados como competente o acreditado por una norma común de consenso (es decir, Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), ASTM, u otros).

#### **Enfoque Colaborativo con un Proceso de Petición**

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Una lección clave que hay que aprender del ARP y el NBTP es que trabajar con las fuentes emisoras de manera preventiva y en colaboración, en lugar de utilizar un enfoque de "comando y control" para la implementación del programa, alcanza una tasa de cumplimiento mayor (la mayoría de los problemas se resuelven en una etapa temprana), ahorra recursos a largo plazo y hace que las relaciones del día a día sean mucho más productivas. A más de 10 años de la implementación del ARP, los autores han encontrado que la gran mayoría de los dueños u operadores de fuentes emisoras quieren hacer lo correcto. La mayoría de los problemas tienen su origen en un malentendido de los requisitos reglamentarios. Cuando la gente sabe qué hacer, la mayoría lo hará. Los autores también han encontrado que permitiendo la máxima flexibilidad posible dentro de los requisitos de las reglas reduce el número necesario de medidas fiscalizadoras y mejora la relación de trabajo entre la agencia implementadora y las fuentes emisoras reguladas sin sacrificar la meta en la reducción de emisiones.

Antes de desarrollar las reglamentaciones para el monitoreo de emisiones del ARP, la EPA se reunió con las fuentes afectadas para conseguir ideas y discutir temas sobre el MRV. Estas reuniones le dieron a la EPA algunas soluciones viables para la regulación y ayudaron a alcanzar una aceptación de estas ideas por la comunidad regulada. Las reuniones también hicieron a la EPA consciente de las dificultades y problemas que la industria confrontaba cuando trataban de cumplir con los requisitos reglamentarios potenciales. La EPA fue capaz de ver el programa desde sus perspectivas. Esto permitió a la agencia el crear un programa que no solo lograra la reducción necesaria de emisiones, sino que fuera más fácil y menos oneroso de implementar para la comunidad regulada.

Hoy en día, la EPA todavía mantiene reuniones con representantes de la industria para discutir las interpretaciones de las reglas. Estas reuniones luego de emitidas las reglas permiten que la EPA pueda aclarar malentendidos y resolver problemas de implementación. A través de los años, varias disposiciones beneficiosas de reglas nuevas tienen su origen en este tipo de interacciones.

Durante el desarrollo de la reglamentación y las revisiones posteriores, representantes de las fuentes emisoras dijeron que ellos querían flexibilidad en la regla a cubrir, por ejemplo, problemas inesperados en la realización a tiempo de pruebas de control de calidad. En respuesta, la EPA otorgó períodos de gracia que permitieron más tiempo para llevar a cabo las pruebas en determinadas situaciones. Con los años, sobre la base de los comentarios recibidos de la industria, muchas otras opciones fueron agregadas a las reglamentaciones para añadir flexibilidad.

La EPA ha seguido consistentemente el principio de que un alto grado de flexibilidad en la reglamentación es deseable, siempre que los objetivos ambientales no sean sacrificados. Sin embargo, cabe señalar que una mayor flexibilidad de reglamentación suele ir acompañada de una mayor complejidad y aumento en el volumen del documento. Por lo tanto, antes de agregar opciones nuevas de cumplimiento para un reglamento, estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta.

A veces, incluso, ofreciendo muchas opciones de cumplimiento en una regla no siempre se puede ofrecer un curso de acción claro para una fuente emisora con una situación única. Para acomodar este tipo de situación de una fuente emisora, la Parte 75 contiene una disposición que le permite a estas solicitar aclaración y orientación por medio de una petición a la EPA. En promedio, la EPA responde varias peticiones por mes de fuentes reguladas. No todas las peticiones son aprobadas. Si hay una disposición clara en la regla que contradice la solicitud de petición, la EPA desapruueba la solicitud.

Incluso con alguna flexibilidad incorporada en la regla y habiendo un proceso de petición, a veces son posibles diferentes interpretaciones. Con los años, la EPA ha encontrado que al trabajar con una fuente emisora que no esté en cumplimiento con las normas y proporcionarle la mayor flexibilidad posible dentro de los requisitos reglamentarios, puede aplicarse de repente una sanción apropiada sin la necesidad de acción judicial y sin retrasar indebidamente cualquier entrega o compensaciones de emisiones que sea requerida.

Para ayudar a la comunidad regulada en la adquisición de un mejor entendimiento de la Parte 75, la EPA desarrolló un manual completo de MRV de preguntas y respuestas. El manual ayuda a clarificar los requisitos de la regla y asegura que esta se interpreta correctamente. Este manual de política es comprensivo y en la actualidad posee 380 páginas de contenido. La EPA también ha elaborado un documento titulado Guía de Lenguaje Sencillo de la Regla de la Parte 75, que establece una visión general de los requisitos de la Parte 75. Tanto el Manual de Política de la Parte 75 como la Guía de Lenguaje Sencillo pueden ser descargadas de la siguiente página Web [www.epa.gov/airmarkets/monitoring](http://www.epa.gov/airmarkets/monitoring).

Los autores también pasan mucho tiempo en el teléfono y con el correo electrónico respondiendo preguntas técnicas cada semana que provienen de fuentes reguladas (en especial las fuentes afectadas nuevas o registradas recientemente). Uno de los resultados de

este esfuerzo es que la EPA logra una mejor comprensión de las particularidades de las plantas generatrices o calderas industriales y del tipo de problemas específicos que pueden hacer difícil el cumplimiento. Otro resultado es que las fuentes reguladas a menudo en la realidad informan de un problema o posible violación que de otra forma habría pasado sin ser reportada.

En resumen, utilizando un enfoque de colaboración con las fuentes reguladas se construye credibilidad, confianza, buena voluntad, sentido de pertenencia y orgullo mutuo en el programa. Esta estrategia de implementación se ha traducido en una tasa de cumplimiento total de un 99% en el ARP y el NBTP (discutido previamente en "Los Incentivos para el Cumplimiento").

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Utilizando un enfoque de colaboración para la implementación debe mejorar cualquier programa de tope e intercambio de emisiones. Flexibilidad en la reglamentación similar a la que encuentras en los programas de ARP o de NBTP debe ser considerada. Reuniones entre las fuentes reguladas y la agencia implementadora antes y después de promulgada la reglamentación puede ser útil para aclarar malentendidos y resolver preocupaciones sobre la implementación antes de desarrollar problemas reales. Una agencia implementadora podría contestar preguntas técnicas de fuentes reguladas por teléfono y por correo electrónico. Cada agencia implementadora podría también desarrollar un manual de preguntas y respuestas para ayudar a interpretar los requisitos reglamentarios. Dicho manual podría actualizarse cuando fuera necesario y ser publicado en un sitio web o puesto de otro modo a disposición de las fuentes reguladas.

#### Reportes Electrónicos Estandarizados

*Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* En otras áreas del programa de aire, la EPA recibe copia impresa de los reportes de cumplimiento y de exceso de emisiones de las fuentes reguladas para los parámetros de opacidad, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y otros contaminantes. Estos reportes no son sometidos en cualquier formato estándar y por lo tanto, no son fáciles y requieren de mucha mano de obra para revisarlos y analizarlos. Cuando el ARP se estaba desarrollando, la EPA se dio cuenta de que, dada la enorme cantidad de datos de emisiones que debían ser recibidos, la información tendría que ser reportada por vía electrónica para que el programa tuviera éxito. En vista de esta situación, la agencia desarrolló un formato EDR normalizado que debe ser utilizado por todas las fuentes emisoras en el programa. Cuando los datos de emisiones son reportados en un formato electrónico normalizado, el programa de computadora puede ser escrito de manera que analice y controle eficientemente la calidad de los datos, reduciendo o eliminando los errores, facilitando las determinaciones de cumplimiento a fin de año y el ahorro de cantidades significativas de tiempo y dinero.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Un formato flexible, estandarizado de reporte electrónico debe ser requerido, tal como el XML, con elementos de datos suficientes para comprobar que las emisiones totales de masa fueron determinadas correctamente. Programas de computadoras para verificación de datos deben ser desarrollados y deben estar a disposición de todos, tal vez a través del Internet. Programas de computadoras para verificación de datos deberán estar escritos en un lenguaje de programación que sea compatible con los sistemas operativos y las limitaciones de los equipos computarizados de aquellos usuarios utilizando el programa (es decir, las fuentes reguladas, las agencias implementadoras y las organizaciones de grupos interesados).

#### Flexibilidad para el Cumplimiento de Fuentes de Baja Emisión

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Una de las lecciones aprendidas de la implementación de varios programas de tope e intercambio de emisiones es que este provee un uso más eficiente de los recursos, el ya sea excluir sectores que no contribuyen significativamente a las emisiones de interés o el permitir utilizar factores predeterminados que sean conserva-

dores y más simples. La selección de un punto de corte apropiado para fuentes de baja emisión es de importancia crítica. Por otro lado, si el punto de corte es demasiado bajo (es decir, demasiado excluyente), no sería beneficioso para las fuentes reguladas y en gran medida aumentaría la carga sobre las agencias reguladoras para implementar y mantener el programa. Por otra parte, si el punto de corte es demasiado alto (es decir, que incluye demasiado), esto podría crear desigualdades en el mercado de intercambio, debido a que un porcentaje significativo de las emisiones sería sobre estimado.

Con los años, la EPA ha utilizado un "de minimis" (el término "de minimis", tal como se aplica aquí, significa que las emisiones de un sector de las fuentes emisoras tienen un mínimo impacto ambiental), concepto que se utiliza, ya sea para eximir a fuentes de baja emisión de los requisitos de monitoreo, o para permitir que estas fuentes emisoras utilicen técnicas para monitorear emisiones menos rigurosas y de menor costo en lugar de la instalación de CEMS. Este enfoque no sólo ha reducido los gastos de cumplimiento para las fuentes reguladas, sino que en gran medida ha aliviado la carga administrativa de la EPA. Algunos ejemplos de la EPA sobre el uso del concepto de minimis y las disposiciones para emisores de baja masa se describen a continuación.

En el preámbulo de la regla final de 1993 del ARP (véase 58 FR3593, 11 de enero de 1993), la División de Lluvia Ácida de la EPA (en la actualidad la División de Mercados de Aire Limpio) utilizó por primera vez el concepto de minimis para eximir a determinadas plantas generatrices nuevas del ARP (es decir, las unidades iguales o menores a 25 MW que queman solamente combustibles con un contenido de azufre igual o menor a 0.05% por peso).

La EPA permite a las unidades de horas pico que usan petróleo y gas como combustible que utilicen metodologías menos onerosas del Apéndice E de la Parte 75 para estimar sus emisiones de NO<sub>x</sub>, en lugar de utilizar CEMS, porque el análisis de la agencia indicó que las emisiones de NO<sub>x</sub> proyectadas de estas unidades representan el 1% del total de las emisiones de NO<sub>x</sub> para las unidades del ARP.

Por último, en 1998, la EPA promulgó las disposiciones para emisores de baja masa (LME, por sus siglas en inglés) en la Sección 75.19 para el SO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub> (véase 63FR 57484, del 27 de octubre de 1998). Estas disposiciones requieren el uso de tasas de emisión predeterminadas conservadoramente altas para cuantificar las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> de fuentes emisoras que utilizan gas o petróleo como combustible. La EPA determinó que las fuentes que emiten 25 toneladas o menos de SO<sub>2</sub> y 100 toneladas o menos de NO<sub>x</sub> al año deberían calificar para usar la Metodología del LME. Los valores de umbral seleccionados se basan en un concepto "de minimis", es decir, que las emisiones de SO<sub>2</sub> y de NO<sub>x</sub> de las unidades que potencialmente podría calificar para utilizar la metodología del LME representaron el 1% de las emisiones de todas las unidades afectadas.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Disposiciones del LME similares podrían ser efectivas en cualquier programa de reducción de emisiones mediante la reducción de los gastos de cumplimiento, proporcionando beneficios al medio ambiente y reduciendo las cargas administrativas. Puntos de corte apropiados para bajos emisores podrían ser determinados utilizando el concepto de minimis, como se describe arriba.

### Se Requieren Registros Completos de Datos de Emisiones

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Para asegurarse de que los objetivos en la reducción de emisiones de un programa de tope e intercambio de emisiones se cumplen, es importante que todas las emisiones de las fuentes afectadas sean monitoreadas y reportadas, incluyendo el cese, comienzo y malfuncionamiento o condiciones no controladas. Por lo tanto, ambos el ARP y el NBTP requieren un registro completo de los datos de las emisiones para cada fuente. Es decir, las emisiones deben ser reportadas para cada hora de operación de la unidad. En el ARP y el NBTP, esto se logra por las disposiciones de la regla que requieren: (1) que el rango de medición a escala completa de cada sistema de

monitoreo continuo debe ser fijado apropiadamente (en algunos casos, por ejemplo, para una unidad quemando carbón con controles añadidos de emisiones para SO<sub>2</sub> o NO<sub>x</sub>, pueden ser necesarias dos escalas de medición (baja y alta) para registrar todos los datos de las emisiones); y (2) valores conservadores para sustitución de datos que sean reportados cuando los sistemas de monitoreo no sean capaces de proporcionar datos de calidad garantizada.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Para asegurarse de que las metas de reducción de emisiones se cumplen, cualquier programa de tope e intercambio de emisiones debe exigir y ofrecer incentivos para todas las emisiones que van a ser reportadas procedentes de fuentes reguladas. Los programas de tope e intercambio de emisiones también deben requerir el uso de escalas de medición de tamaño adecuado, calibración adecuada para equipo de muestreo y procedimientos conservadores para sustitución de datos cuando el equipo de muestreo no esté funcionando (proporcionando un incentivo para que la fuente emisora repare el equipo de monitoreo).

### Administración Centralizada

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* La experiencia de la EPA en la implementación del ARP y el NBTP ha demostrado que para programas de tope e intercambio de emisiones, la implementación de un programa centralizado, incluyendo el reporte y verificación de datos, es eficiente y funciona muy bien. Esto es particularmente cierto cuando los diseñadores del programa también lo implementan. Hay varias razones para esto: (1) todos los datos pasan por el mismo programa electrónico de control de calidad, tanto en la fuente emisora como en la agencia reguladora; las actualizaciones para el programa son fácilmente proporcionadas a todo el mundo a través de descargas desde el sitio web de la agencia reguladora, (2) todas las fuentes emisoras bajo el programa están sujetas a los mismos requisitos de reglamentación, (3) las fuentes emisoras en el programa están cubiertas por las mismas interpretaciones de los requisitos reglamentarios y la resolución de las peticiones; (4) los mismos procedimientos de auditoría se utilizan en todas las fuentes emisoras bajo el programa; (5) todos los datos están a disposición del público, y (6) fuentes emisoras en el programa están sujetas a sanciones comunes y procedimientos de fiscalización.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Los programas de tope e intercambio de emisiones se benefician enormemente de la administración centralizada. Sin embargo, aun cuando la administración del programa este descentralizada, muchas de las ventajas de la centralización aún pueden ser obtenidas si (1) una de las varias agencias implementadoras desarrolla un programa electrónico para verificar el control de calidad de los datos y trata de llegar a un acuerdo con todas las demás agencias implementadoras para utilizarlo, (2) durante el desarrollo de la reglamentación, cada agencia implementadora solicita comentarios de: empresas que tienen fuentes emisoras en múltiples jurisdicciones, otras agencias implementadoras, y el público de varias jurisdicciones afectadas, en un esfuerzo por armonizar mejor las distintas reglamentaciones; (3) las agencias implementadoras tienen reuniones periódicas y/o teleconferencias para armonizar mejor las interpretaciones reglamentarias, las respuestas a peticiones y los procedimientos de auditoría y fiscalización y multas; y (4) cada agencia implementadora hace públicos todos los datos que le son reportados, tal vez un sitio Web común podría ser creado para este propósito.

### Igualdad de Condiciones

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* En un programa de tope e intercambio de emisiones es importante que cada permiso sea percibido en igualdad de condiciones a cualquier otro permiso para mantener la credibilidad y la confianza en el mercado de intercambio de permisos. Este crea condiciones de competencia equitativas para todas las fuentes emisoras en el programa.

La igualdad de condiciones no significa que todas las fuentes afectadas deben utilizar la misma metodología de monitoreo. Como se señala en la sección de Introducción, anteriormente, no todas las unidades en los programas de tope e intercambio de emisiones de la EPA están obligadas a monitorear las emisiones con CEMS. (Sin embargo, la EPA considera que las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> de una fuente emisora quemando carbón como combustible serán más precisas si se miden utilizando un CEMS debido a la composición variable del carbón y de la posible falta de precisión de muchas de las técnicas de consumo del carbón). Por el contrario, una igualdad de condiciones significa que las fuentes emisoras mayores deben utilizar los métodos de monitoreo más precisos, mientras que las fuentes de baja emisión pueden utilizar una opción de monitoreo menos rigurosa, siempre que las metodologías alternas sean ambientalmente conservadoras y no subestimen las emisiones.

La igualdad de condiciones también significa que los requisitos de control de calidad de cada metodología de monitoreo sean justos para todas las fuentes emisoras (para ambos, tanto para emisores grandes como pequeños) utilizando el método. En cuanto a la metodología de los CEMS, la Parte 75 garantiza esto proporcionando especificaciones alternas de rendimiento para los emisores pequeños. Por ejemplo, a bajas concentraciones de SO<sub>2</sub>, la especificación principal de precisión relativa (RA) del 10% puede ser difícil de cumplir, debido a que la ecuación utilizada para calcular el porcentaje de RA aumenta las pequeñas diferencias entre las lecturas del CEMS y el método de referencia (RM). Para hacer frente a esta situación, la Parte 75 especifica que cuando la especificación del 10% de la RA no se cumple, los resultados de la RATA siguen siendo aceptables si la diferencia entre la media de los valores del CEMS y del RM no exceda de 15 ppm.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* El concepto de igualdad de condiciones es importante para un programa de tope e intercambio de emisiones, porque ayuda a mantener la credibilidad y la confianza en el mercado de intercambio de permisos. Como principio general, los datos de las fuentes emisoras mayores en el programa deben estar sujetos a las normas de control de calidad más exigentes. Los datos de las fuentes emisoras pequeñas no tienen porque ser tan precisos, pero los estimados de las emisiones de estas fuentes deben ser ambientalmente conservadores. Para ciertas metodologías de monitoreo (por ejemplo, CEMS), especificaciones alternas para el control de calidad de fuentes emisoras pequeñas pueden ser necesarias para garantizar un nivel de igualdad de condiciones.

#### **Disponibilidad de Datos al Público**

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Hacer disponible al público la data de un programa de tope e intercambio de emisiones crea confianza en el programa. Datos de alta calidad disponibles al público, son esenciales para que los precios del mercado de permisos trabajen de manera eficiente y se pueda lograr la reducción de emisiones con el menor gasto posible. Los datos disponibles al público permiten a las empresas de correaje, a las organizaciones de muestreo, instituciones académicas, y otras partes interesadas acceder y analizar los datos. Estos análisis ayudan a mantener un programa saludable y dar un impulso para las mejoras futuras del mismo y las evaluaciones de impacto. Al hacer los datos públicamente disponibles, la EPA enlista al público en la supervisión del programa y provoca una mejor aceptación pública del mismo.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Al hacer los datos de emisiones disponibles al público, cualquier programa de tope e intercambio de emisiones debe ser capaz de obtener los mismos beneficios que han sido obtenidos por los programas existentes de tope e intercambio de emisiones de los Estados Unidos.

#### **Enfoque Basado en Rendimiento**

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Durante las reuniones de pre implementación del ARP y el período de comentarios públicos para el borrador de la regla, había un fuerte apoyo para un enfoque basado en rendimiento. Este enfoque requiere que los equipos utilizados por las fuentes reguladas cumplan con ciertas normas de rendimiento en lugar de requerirle a una fuente emisora el utilizar un determinado tipo de medidor de combustible, un monitor de emisiones, o una unidad con tecnología de control. Este también permite a las fuentes emisoras la libertad de instalar las tecnologías apropiadas para el control de emisiones o de cambiar a otros diferentes tipos de combustibles para garantizar que se cumplan los objetivos para la reducción de emisiones del programa. Por lo tanto, las fuentes emisoras son libres de implementar el enfoque más beneficioso para el monitoreo y el control de emisiones. Esto proporciona incentivos para la competencia del mercado entre los proveedores de equipos y suplidores de combustible.

Para que un enfoque basado en rendimiento tenga éxito, las especificaciones de rendimiento para el equipo de monitoreo, deberá demostrarse que son razonables y alcanzables. Para tecnologías de monitoreo establecidas, se pueden utilizar datos históricos para este propósito. Sin embargo, para las nuevas tecnologías, se deben realizar pruebas de campo independientes para determinar estándares de rendimiento iniciales y tal vez a largo plazo que sean reales. Luego, a medida que la tecnología es desarrollada, se pueden realizar ajustes a los estándares, según sea necesario.

En las regulaciones de monitoreo originales del ARP de 1993, la EPA requirió a las unidades quemando carbón como combustible el instalar monitores para medir la tasa de flujo de los gases de la chimenea. Para ser consistente con las especificaciones de rendimiento utilizadas para otros CEMS bajo el programa, la agencia propuso establecer un estándar de RA de 10% para los monitores de flujo. Sin embargo, antes de 1993, los monitores de flujo de chimeneas no eran ampliamente utilizados y no estaba claro que un RA de 10% podría ser alcanzado. La EPA inició varias pruebas de campo para varios tipos diferentes de monitores de flujo y se determinó que un RA de 15% era fácilmente alcanzable y que un RA de 10% probablemente podría alcanzarse con unos retoques en la tecnología. En vista de esto, la agencia publicó un estándar de RA para monitores de flujo en dos fases. Un estándar de RA de 15% que estaría en vigor hasta el 31 de diciembre 1999, y un estándar de RA más estricto de 10% que entraría en vigor el 1 de enero de 2000. Esto dio a los proveedores de monitores de flujo, en colaboración con las fuentes reguladas, 7 años para perfeccionar la tecnología y satisfacer las normas de RA más estrictas. Muchos comentaristas en la regla propuesta de la Parte 75 creyeron que no se podría cumplir con el estándar más estricto de RA para monitores de flujo. Sin embargo, impulsado por el requisito reglamentario, la tecnología avanzó hasta el punto donde la media de RA para el año 2000 para todos los monitores de flujo en el programa fue de 3.3%.

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Un enfoque basado en rendimiento con ahorro de gastos y flexibilidad integrada puede trabajar para otros programas de tope e intercambio de emisiones. Las normas de rendimiento para equipos de monitoreo de emisiones deben ser razonables y alcanzables. Para nuevas tecnologías, las agencias implementadoras podrían emprender pruebas de campo independientes para determinar normas de funcionamiento iniciales y a largo plazo que sean reales. La capacidad de un enfoque basado en rendimiento para forzar mejoras en la tecnología de monitoreo no debe ser subestimado.

#### **Reduciendo Conflictos de Interés**

*La Experiencia Estadounidense en Programas de Tope e Intercambio de Emisiones.* Bajo el ARP y el NBTP, una fuente regulada determina sus propias emisiones y realiza las pruebas de control de calidad utilizando, ya sea un grupo de muestreo de empleados de la planta o una empresa de muestreo privada. De cualquier manera, los que ha-

cen las pruebas son pagados por la fuente regulada. Para mitigar este aparente conflicto de interés, las fuentes están obligadas a notificar a la EPA y a las agencias estatales ambientales, cuando las pruebas de control de calidad están programadas, para que estas agencias puedan enviar observadores. Estos observadores ayudan a asegurar que procedimientos apropiados de muestreo sean realizados.

Fuentes emisoras en programas de tope e intercambio de emisiones de la EPA también reportan los datos de sus propias emisiones o pagan a una empresa privada para realizar esto. Esto también podría parecer un conflicto de intereses. Para ayudar a eliminar cualquier apariencia de deshonestidad, la EPA requiere una firma electrónica y una declaración certificada de un representante responsable de la fuente emisora, que declare que el control de calidad y todos los otros datos facilitados son válidos y completos, bajo pena de multa o prisión. La siguiente es un ejemplo de una declaración certificada:

"Yo estoy autorizado para hacer la presentación de esta información en nombre de los dueños u operadores de la fuente afectada o unidades afectadas para la cual esta presentación se hace. Yo certifico bajo pena de ley que he examinado personalmente y estoy familiarizado con las declaraciones y la información presentada en este documento y todos sus anejos. Basado en mi investigación de las personas con responsabilidad primaria en la obtención de esta información, Yo certifico que las declaraciones e información aquí presentadas son en lo mejor de mi conocimiento y entendimiento verdaderas, exactas y completas. Estoy consciente de que existen multas significativas por la presentación de declaraciones falsas e información u la omisión de declaraciones e información requeridas, incluida la posibilidad de multa o prisión."

*La Aplicación Potencial a Otros Programas.* Los procedimientos utilizados en los programas de tope e intercambio de emisiones de la EPA para mitigar los conflictos de interés podrían ser aplicados a otros programas de tope e intercambio de emisiones. Por ejemplo, la misma (o similar) firma electrónica y declaración certificada de un representante autorizado de la fuente emisora podría ser necesaria para acompañar cada informe de emisiones. También puede ser posible para una organización independiente y competente de una parte interesada someter y verificar datos de emisiones a una agencia implementadora, si esta organización puede ser considerada legalmente responsable junto con el dueño u operador de la fuente emisora. Además, la fuente regulada podría ser obligada a darle aviso a la agencia implementadora de alguna prueba de control de calidad programada de antemano para que personal de la agencia pueda hacer planes para observar dicha prueba.

#### CONCLUSIONES

Durante la última década, el ARP y el NBTP han logrado niveles sin precedentes en la reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> en los Estados Unidos. El éxito de estos programas de tope e intercambio de emisiones es debido en gran parte a muchos años de implementar los requisitos MRV basados en principios sólidos en forma comprensiva y estricta, pero realista. La EPA considera que para cualquier agencia reglamentadora que deseen construir un programa exitoso de tope e intercambio de emisiones, estos requisitos y principios MRV deberían proporcionar una base sólida y esencial para el programa.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean reconocer las contribuciones de Brian McLean y Larry Kertcher en proveer la visión, administración y dirección desde el inicio del ARP y el NBTP hasta el presente. Las hipótesis, los hallazgos, las conclusiones, juicios y opiniones expresadas aquí son particularmente las de los autores y no deben interpretarse necesariamente como que representan las posiciones oficiales de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

#### REFERENCIAS

1. Artículo de la Revista: Environmental Manage - *A Fresh Look at the Benefits and Costs of the U.S. Acid Rain Program (2005)* pags. 77, 265. De los autores Chestnut, L.G.; Mills, D.M.

2. Artículo de la Revista: National Acid Precipitation - *Assessment Program Report to Congress: An Integrated Assessment*; de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica: en Silver Spring, MD, 2005.

#### Información acerca de los Autores

John Schakenbach, científico ambiental, Robert Vollaro, ingeniero ambiental, y Reynaldo Forte, jefe de subdivisión, son miembros de la Subdivisión de Monitoreo de Emisiones de la División de Mercados de Aire Limpio de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Dirijan cualquier correspondencia a:

John Schakenbach  
U.S. Environmental Protection Agency, (6204J)  
1200 Pennsylvania Avenue N.W.  
Washington, DC 20460

Teléfono: 1-202-343-9158

Fax: 1-202-343-2359

E-mail: [schakenbach.john@epa.gov](mailto:schakenbach.john@epa.gov)