

**DOF: 05/10/2016**

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición.**

---

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

CUAUHTEMOC OCHOA FERNANDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales y CARLOS DE REGULES RUIZ-FUNES, Director Ejecutivo de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Industrial y Operativa y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 17 y 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I, II, V y XII, 6o., 15, 36 fracciones I, II, III y IV, 37, 37 bis, 110 fracciones I y II, 111 fracción III, 111 bis segundo párrafo, y 113 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1o., 3o fracciones I y VII y 13, 16 y 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 1o, 5o., fracciones III, IV, VIII, IX, XI y XXX, 6o., fracción II, inciso h), 8, 22, 27 y 31, fracciones I, II, IV y VIII, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 95 y 129 de la Ley de Hidrocarburos; 38 fracciones II, V, VII y IX; 40 fracciones I, III, X, XIII y XVIII, 44 segundo y cuarto párrafos, 46, 47 fracción I y segundo párrafo y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 31, 33, 34, 80 y 81 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o. y 8o. fracciones III, IV y V del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 1, 3 fracciones I, XX y XLVII del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, y

#### **CONSIDERANDO**

Que las tecnologías de reducción de los principales gases producidos por las turbinas de gas han evolucionado rápidamente y por lo tanto en el mercado se pueden adquirir o encontrar turbinas con una significativa reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y con niveles de concentración de contaminantes bajos.

Que este tipo de ciclo termodinámico presenta características diferentes a cualquier otro ciclo, proporcionando una fuerza motriz rotatoria y por lo tanto sus emisiones a la atmósfera son diferentes.

Que para cumplir con el mandato del artículo 4o. de la Constitución, de garantizar el derecho a la salud y un medio ambiente sano, se debe implementar mecanismos y acciones que permitan contribuir a la reducción de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Que típicamente la generación de energía eléctrica y mecánica mediante el uso de combustibles fósiles conlleva importantes emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, gases cuyos principales componentes son óxidos de azufre, partículas totales y óxidos de nitrógeno, siendo estos compuestos de conocida repercusión negativa para la salud de la población y el equilibrio ecológico en general, es necesario evitar su liberación a la atmósfera.

Que existen diversos equipos que emplean combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, entre los cuales destaca la turbina de gas convencional a ciclo abierto y ciclo combinado.

Que las turbinas de gas utilizan principalmente gas natural como combustible, mismo que produce óxidos de nitrógeno en cantidades menores a las producidas en la combustión de combustóleo, carbón o coque.

Que el Sistema Eléctrico Nacional ha incrementado su capacidad de generación mediante la instalación de turbinas de ciclo combinado y en 2025 del total de su capacidad instalada aproximadamente la mitad estará integrada por turbinas de ciclo combinado y turbogas. A su vez, las centrales de generación pertenecientes al sector privado que operan en régimen de cogeneración y autoabastecimiento han incrementado sustancialmente su capacidad instalada mediante turbinas de ciclo combinado principalmente.

Que las emisiones derivadas de la producción de la energía eléctrica y mecánica constituyen una de las principales fuentes de contaminación atmosférica en el país, debido a los gases provenientes de la quema de combustibles a base de carbono y toda vez que las turbinas de gas emplean dichos combustibles y que

al carburar producen contaminantes como bióxido de nitrógeno, bióxido de azufre y material particulado los cuales provocan afectación al medio ambiente y la salud de la población.

Que tomando en consideración el crecimiento de las turbinas de gas, es necesario desarrollar una normativa en materia de emisiones a la atmósfera que regule y fomente la utilización de las mejores tecnologías para la generación de energía eléctrica y mecánica mediante turbinas de gas, que mantengan el compromiso de la máxima eficiencia térmica con las mínimas emisiones a la atmósfera.

Que dicha norma da cumplimiento al artículo Tercero Transitorio de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición, respecto a las turbinas de gas nuevas.

Que fue inscrito el tema "Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición" en el Suplemento del Programa Nacional de Normalización 2012, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2012.

Que en el mes de marzo de 2015 se conformó el Grupo de Trabajo encargado de elaborar el anteproyecto de norma oficial mexicana que establece los niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición; y el 17 de septiembre de 2015 el Grupo de Trabajo aprobó y firmó el anteproyecto.

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Industrial y Operativa y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos aprobaron, en sus sesiones del 28 de junio de 2016 y del 11 de agosto de 2016 respectivamente, que el anteproyecto arriba citado fuese publicado como proyecto, ya que cumplía con todos los requisitos para someterse al periodo de consulta pública, mismo que tiene una duración de 60 días, los cuales empiezan a contar a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Que los interesados en enviar comentarios deberán dirigirlos, dentro del periodo que comprende la consulta pública del proyecto en cuestión, al Coordinador del grupo de trabajo, Lic. Galo Galeana Herrera, a la siguiente dirección del Subcomité II correspondiente a la Dirección General de Energía y Actividades Extractivas: Av. Ejército Nacional No. 223, Piso 16, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo, Código Postal 11320, Ciudad de México o bien, al correo electrónico galo.galeana@semarnat.gob.mx para que en términos del artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización sean considerados.

Que durante el plazo mencionado, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estará a disposición del público para su consulta, en el domicilio del Subcomité antes citado.

Por lo expuesto y fundado he tenido a bien expedir el siguiente:

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION PROVENIENTES DE TURBINAS DE GAS, A CICLO ABIERTO**

**O**

**CICLO COMBINADO, AERODERIVADAS Y SU MEDICION**

**PREFACIO**

En la elaboración del Proyecto de la Norma participaron especialistas de las siguientes instituciones:

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

- Comisión Federal de Electricidad
- Dirección General de Energía y Actividades Extractivas (SEMARNAT)
- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC (SEMARNAT)
- Gas Natural Fenosa
- General Electric
- Iberdrola
- Instituto de Investigaciones Eléctricas
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Petróleos Mexicanos

- o Dirección Corporativa de Planeación, Coordinación y Desempeño
- o Dirección Jurídica de Petróleos Mexicanos
  - Subgerencia Jurídica de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- o Dirección General de Asistencia Técnica Industrial
  - Secretaría de Energía
  - Siemens
  - Techgen S.A. de C.V.

## **Contenido**

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Especificaciones
6. Métodos de prueba
7. Procedimiento de Evaluación de la conformidad
8. Observancia y vigilancia de la norma
9. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales
10. Bibliografía

Transitorios

### **1. Objetivo**

Establecer los niveles máximos permisibles de emisión de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas totales procedentes de la operación de turbinas de gas estacionarias, en cualquiera de sus arreglos a ciclo abierto, ciclo combinado o cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos o líquidos.

### **2. Campo de aplicación**

Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales, responsables de las turbinas de gas existentes o nuevas y sistemas de dos o más turbinas de gas en una misma fuente con una potencia nominal en su conjunto mayor a 0.5 MW, que utilizan combustibles gaseosos o líquidos en la industria, comercios y servicios.

No aplica en los siguientes casos: Turbinas de gas con potencia nominal menor a 0.5 MW para generación eléctrica, turbinas de gas existentes con potencia nominal igual o menor a 10 MW para generación de potencia mecánica, turbinas de gas destinadas a un uso derivado de una declaratoria de emergencia o desastre, turbinas de respaldo, turbinas existentes utilizadas en plataformas marítimas y turbinas existentes en los sistemas aislados de la red eléctrica nacional.

### **3. Referencias**

NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de marzo de 2010.

NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 1 de octubre de 2004.

NMX-AA-009-1993-SCFI, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de flujo de gases en un conducto por medio del tubo de Pitot. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 1993.

NMX-AA-010-SCFI-2001, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto-Método isocinético, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de abril de 2001.

NMX-AA-035-1976, Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 1976.

NMX-AA-054-1978, Contaminación atmosférica-Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto-Método gravimétrico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1978.

NMX-AA-055-1979, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de septiembre de 1979.

NMX-AA-056-1980 Contaminación atmosférica-Fuentes fijas- Determinación de bióxido de Azufre, Trióxido de Azufre y Neblinas de Acido Sulfúrico en los Gases que Fluyen por un Conducto, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1980.

#### **4. Definiciones**

**4.1 Agencia:** Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

**4.2 Autoridad ambiental competente:** La PROFEPA, la Agencia, los gobiernos de los estados, de los municipios y de la Ciudad de México, de conformidad con sus respectivas atribuciones y competencias.

**4.3 Bioenergéticos:** Combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuicultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente.

**4.4 Calibración:** Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de las magnitudes indicadas por un instrumento de medición o un sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada, y los valores correspondientes de la magnitud a patrones de medición y a la trazabilidad establecida por la normatividad aplicable.

**4.5 Capacidad de la turbina de gas:** Capacidad nominal por diseño de la turbina a condiciones de referencia de plena carga expresada en unidades de potencia (MW).

**4.6 Cogeneración:** Generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica.

**4.7 Combustibles gaseosos:** Gas natural o gas natural con contenido de azufre fuera de especificación de la NOM-001-SECRE-2010 y biogás.

**4.8 Combustibles líquidos:** Gas LP, diésel industrial, gasóleo, bioenergéticos y combustóleo.

**4.9 Condiciones de referencia:** Son las condiciones, a una temperatura de 15°C, presión total de 101 325 Pa, 15% en volumen base seca de oxígeno, y 60% de humedad relativa.

**4.10 Datos Validados:** Proceso de evaluación del desempeño del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (SMCE) o de evaluación de los muestreos, en el que se determina si los datos son aceptables para demostrar el cumplimiento de los Niveles Máximos Permisibles de Emisión (NMPE).

**4.11 Ajuste o mal funcionamiento:** Serie de eventos como fugas, bloqueo de elementos de control, disminución de potencia, desgaste o deterioro de partes mecánicas o algún otro que afecte la operatividad del sistema de la turbina de gas a ciclo simple, combinado o cogeneración que impliquen la suspensión de su operación y consecuentemente el no cumplimiento de los niveles máximos permisibles de las Tablas 1 ó 2 según corresponda.

**4.12 Dictamen:** Es el documento mediante el cual la PROFEPA, la Agencia o una Unidad de Verificación, hace constar el grado de cumplimiento de una o varias NOM.

**4.13 Emergencia:** Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población, generada o asociada con la inminencia o presencia

de un fenómeno natural perturbador; se declara por la Secretaría de Gobernación a petición de una entidad federativa.

**4.14 Emisión:** Liberación a la atmósfera de toda sustancia en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

**4.15 Energía eléctrica diaria producida (ED) (MWh):** Para las centrales termoeléctricas, la energía eléctrica diaria (energía bruta diaria) es la suma de las energías eléctricas, en bornes del generador, producida diariamente en los periodos de reporte por las turbinas que forman parte de la fuente.

**4.16 Evaluación de la conformidad:** La determinación del grado de cumplimiento con la presente norma oficial mexicana o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

**4.17 Fuente fija:** Toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**4.18 Monitoreo:** Muestreo y mediciones repetidas para determinar los cambios de niveles o concentraciones de contaminantes en un período y sitio determinado. En sentido restringido, es el muestreo y la medición regular de los niveles de contaminación en relación a una norma, o para juzgar la efectividad de un sistema de control.

**4.19 Muestreo:** Recopilación y análisis de las mediciones de los contaminantes contenidos en los gases de combustión por medio de la toma de muestras puntuales, en una corriente o flujo.

**4.20 Nivel Máximo Permisible de Emisión (NMPE):** La cantidad admisible de una sustancia contenida en los gases emitidos a la atmósfera, provenientes del equipo de combustión. Se determinará en mg/m<sup>3</sup> para partículas totales; para óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre ambos en ppmv.

**4.21 Operación de arranque de la turbina de gas:** Serie de pasos secuenciados que inicia con la chispa de arranque en la cámara de combustión seguida por una cadena de eventos sin fallos que llevan al equipo a una estabilidad operativa en la generación de energía eléctrica y/o mecánica.

**4.22 Potencia eléctrica media diaria (MWe):** Para las centrales termoeléctricas, la potencia eléctrica bruta media diaria de una fuente es la suma de las potencias medias eléctricas brutas a las que han funcionado diariamente durante los periodos de reporte las distintas turbinas que forman parte de la fuente. La potencia eléctrica media diaria bruta de cada fuente se calculará como media aritmética de sus potencias horarias brutas en los periodos de reporte.

**4.23 PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

**4.24 Secretaría:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**4.25 Sistema aislado de la Red Eléctrica Nacional:** Sistema de generación eléctrica para servicio público ubicado en la Península de Baja California, así como a las unidades para prestación del mismo servicio que se ubican en territorios insulares.

**4.26 Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (SMCE):** Equipo para determinar la concentración de uno o varios contaminantes en una matriz de manera continua, así como otros parámetros. Comprende la toma, acondicionamiento y análisis de la muestra y el registro permanente de los resultados.

**4.27 Turbina de Ciclo Combinado:** Cualquier turbina de combustión estacionaria que recupera el calor de los gases de escape de combustión de la turbina para generar vapor que se utiliza para crear potencia adicional en una turbina de vapor.

**4.28 Turbina de Ciclo Abierto:** Cualquier turbina de combustión estacionaria que no recupera el calor de los gases de escape de combustión de la turbina para generar vapor.

**4.29 Turbina existente:** El equipo instalado o el que cuente con un contrato de compra firmado antes de la entrada en vigor de la presente norma, y que entre en operación a más tardar un año después. Se incluyen equipos que han sido reconstruidos o rehabilitados a sus condiciones iniciales sin alterar la potencia original por diseño antes de la reconstrucción o rehabilitación, así como los equipos que han sido modificados para incrementar o disminuir potencia respecto de la original antes de la modificación.

**4.30 Turbina de Gas:** Es una máquina que convierte la energía térmica en trabajo mecánico cuyos componentes básicos son: compresor, cámara de combustión, turbina del generador de gases y turbina de potencia, que utiliza combustibles gaseosos o líquidos.

**4.31 Turbina nueva:** El equipo instalado por primera vez en una fuente fija, que entre en operación después de un año a la entrada en vigor de la presente norma.

**4.32 Turbina de respaldo:** El equipo que utiliza combustible gaseoso o líquido empleado para generación de energía eléctrica y que opera en forma esporádica en una cantidad de horas equivalentes de hasta 36 días naturales en un año calendario.

**4.33 Unidad de Verificación (U.V.):** Las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para realizar actos de verificación.

**4.34 Verificación:** La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

**4.35 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM):** Para efectos de esta norma es el área integrada por las 16 Delegaciones Políticas de la Ciudad de México: Alvaro Obregón, Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza, y los siguientes 18 municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Valle de Chalco Solidaridad, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán.

**4.36 Zona Resto del País (ZRP):** Para efectos de esta norma oficial mexicana, es toda la extensión territorial nacional excluyendo la Zona Metropolitana del Valle de México.

## 5. Especificaciones

**5.1** Los niveles máximos permisibles de emisión de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas totales, procedentes de turbinas de gas, a ciclo abierto, combinado o cogeneración, se establecen en función de la capacidad de la turbina de gas, del tipo de combustible, de la ubicación de la turbina de gas y de las condiciones de referencia, en la Tabla 1 para turbinas existentes y en la Tabla 2 para turbinas nuevas de la fuente fija.

**5.2** Los responsables de las turbinas de gas referidas en esta Norma Oficial Mexicana deben llevar una bitácora de operación y el registro de mantenimiento de las turbinas de gas y de control de emisiones a la atmósfera, ya sea en formato impreso o electrónico. La bitácora debe permanecer en el centro de trabajo por un periodo mínimo de cinco años.

**5.2.1** Las bitácoras de operación y de mantenimiento deben estar disponibles para su verificación por la autoridad ambiental en el ámbito de su competencia y deben tener como mínimo la siguiente información general para ambas bitácoras (operación y mantenimiento): Responsable de la bitácora, nombre, marca y capacidad (MW) de la turbina de gas.

Para la bitácora de operación además se anotará: fecha, turno, consumo y tipo de combustible, número y duración de las operaciones de arranque de las turbinas de gas, porcentaje de carga a que operó la turbina de gas, número de periodos de funcionamiento con potencia por encima del mínimo técnico, potencia demandada (MW), energía demandada (MWh), promedio diario de los parámetros regulados con datos validados y cualquier otro dato que el operador considere necesario en un apartado de observaciones. En la Tabla 5 se muestra el formato de bitácora.

Para la bitácora de mantenimiento además se anotará: fecha(s) de realización del mantenimiento, tipo de mantenimiento, descripción del mantenimiento y fecha de reincorporación al servicio de la turbina.

**5.3** Se establece la obligación de medir las emisiones de óxidos de nitrógeno, partículas totales y bióxido de azufre de forma continua (SMCE) o puntual (muestreo) de acuerdo a lo siguiente:

**5.3.1** Las turbinas de gas, a ciclo abierto, combinado o cogeneración, nuevas con capacidad nominal de generación de energía igual o mayor a 50 MW deben contar con SMCE para medir óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre.

**5.3.2** En turbinas con capacidad nominal de generación de energía menor a 50 MW, las emisiones de óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre, se pueden determinar mediante un SMCE o a través de mediciones periódicas (muestreo) de acuerdo con lo establecido en la Tabla 3, y con la información solicitada en la Tabla 6.

**5.3.3** Si se emplea combustible líquido, independientemente de la capacidad de la turbina de gas, las partículas totales deben medirse mediante muestreo de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4, así como con los numerales 6.2 y 6.3.

**5.3.4** Se exenta del monitoreo continuo para la medición de bióxido de azufre a las turbinas de gas que independientemente de su capacidad nominal de generación de energía utilicen únicamente combustibles gaseosos.

**5.4** El responsable de la turbina de gas debe elaborar y archivar registro de la documentación que acredite que el SMCE ha recibido el mantenimiento y la calibración correspondiente.

**5.5** El responsable de las turbinas de gas que empleen combustibles no definidos en esta norma debe caracterizarlos y reportar la información en el formato de bitácora correspondiente (Tabla 7). Dicha información debe ser remitida a la Secretaría a través del formato de la Cédula de Operación Anual.

**5.6** Los valores máximos establecidos en las Tablas 1 y 2 de la presente Norma Oficial Mexicana no son aplicables en eventos como los que se mencionan a continuación:

operaciones de arranque y apagado de las turbinas de gas.

ajuste (mapeo de unidades en seco) o mal funcionamiento.

operación por debajo del 50% de carga, siempre y cuando se registren en bitácora los datos operativos, emisiones y los motivos de dicha carga, y la duración del evento sea menor a la cantidad de horas equivalentes a 30 días (720 horas) de operación de los equipos, en un año calendario.

Dichos eventos deben ser registrados en la bitácora, así como su duración; la cual no podrá ser mayor a la cantidad de horas equivalentes a 36 días naturales de operación de los equipos, en un año calendario.

**5.7** Cuando dos o más turbinas de gas a ciclo abierto, combinado o cogeneración estén conectadas a un solo ducto o chimenea, se deben realizar mediciones individuales de ser factible, o en su defecto realizar una medición común en la chimenea compartida, de manera continua o puntual de conformidad con los numerales 5.3.2, 5.3.3 y 5.3.4.

La medición común en chimenea compartida debe estar aprobada por la autoridad competente previo estudio justificativo realizado a través del trámite SEMARNAT-05-007, indicando el sitio donde estará el punto de muestreo.

**5.8** El resultado de la medición común debe cumplir con el nivel de emisión de los contaminantes que le apliquen en las Tablas 1 ó 2.

**5.9** En caso de ampliación a la capacidad de la fuente fija, todas las turbinas que se adicionen tendrán que cumplir los niveles máximos permisibles de emisión correspondientes a las turbinas de gas nuevas (Tabla 2).

**5.10** Las turbinas de gas existentes a ciclo abierto, combinado o cogeneración que no puedan cumplir con los valores señalados en la Tabla 1 deben sujetarse a lo establecido por el transitorio cuarto de esta norma.

**5.11** Los sistemas de generación eléctrica y potencia que involucren arreglos para el aprovechamiento (cogeneración) de la energía remanente proveniente de las turbinas de gas, podrán clasificarse como energía limpia si cumplen el nivel de emisión de bióxido de carbono por unidad de generación de energía eléctrica y potencia descrito en la Tabla 8, además de lo estipulado en la "Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la Cogeneración Eficiente" publicada en el DOF el 22 de febrero de 2011, y modificada el 12 de junio de 2014, y en concordancia con la Ley de la Industria Eléctrica.

## **6. Métodos de prueba**

**6.1** La medición de las emisiones de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas totales, y en el caso de quien acredite cumplimiento para clasificar el arreglo de la turbina de gas como energía limpia midiendo bióxido de carbono, se deben realizar con la frecuencia que se indica en la Tabla 3 y con los métodos a que se refiere la Tabla 4 de esta Norma Oficial Mexicana o un método alternativo previa autorización de la Secretaría mediante Trámite inscrito en el Registro Federal de Trámites y Servicios como SEMARNAT 05-005-A Uso de Equipos, Procesos, Métodos de Prueba, Mecanismos, Procedimientos o Tecnologías Alternativas a las establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental,

modalidad A o SEMARNAT 05-005-B Métodos de prueba alternos que cuenten con autorización anterior publicada en el Diario Oficial de la Federación.

**6.2** Para comprobar el cumplimiento de la norma, las mediciones puntuales de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas totales, así como bióxido de carbono para clasificar arreglos de la turbina de gas como energía limpia, deben ser realizadas por laboratorios acreditados y aprobados en los métodos a que se refiere la Tabla 4 de esta Norma Oficial Mexicana. Los resultados y/o informes de los análisis deben estar disponibles para su revisión por parte de la autoridad ambiental y a su vez reportar las emisiones de acuerdo con la regulación vigente.

**6.3** Las mediciones de óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre, según aplique, deben ser corregidas al 15% en volumen base seca de oxígeno. Las mediciones de partículas suspendidas totales realizadas deben ser corregidas a las condiciones de referencia.

La medición de bióxido de azufre, en caso de ser determinada por vía húmeda, debe ser corregida a las condiciones de referencia.

**6.4** Para determinar las tasas promedio de emisiones de óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre, según aplique, en las turbinas de gas, los SMCE deben contar con un sistema de procesamiento de datos automático que registre los promedios, con un mínimo de 12 lecturas por periodos máximos de una hora, calcule el promedio diario de los parámetros indicados y genere un reporte impreso diario con la fecha e identificación de la turbina de gas. El valor promedio diario resultante se corrige a las condiciones de referencia y se compara con el nivel máximo permisible de emisión correspondiente, y cuando sea menor o igual, se comprueba que la turbina de gas cumple con lo establecido en esta NOM.

Ecuación:

$$Y = \sum_{i=1}^n Xi/n$$

Y: Concentración promedio diaria

Xi: Medición puntual de concentración del contaminante

n: Número de muestras realizadas durante un día

**6.4.1** En la obtención de los valores promedio se deben tener presente los siguientes criterios:

Sólo se deben utilizar datos válidos. Para la obtención de datos promedio, se excluyen los datos obtenidos durante los periodos de mantenimiento, calibración, purga o durante cualquier otra incidencia que pueda haber afectado a la respuesta del sistema de medida.

Los valores a utilizar para establecer estos promedios deben ser corregidos, cuando sea el caso, en base seca y al porcentaje de oxígeno de referencia.

En los casos en que el valor del parámetro medido esté por debajo del límite de detección del sistema de medida, el valor que debe quedar registrado será el propio límite de detección, que será considerado dato válido para todos los efectos.

Para realizar cualquier promedio temporal en un día será preciso disponer de un porcentaje mínimo de datos válidos del 75 por ciento dentro del mismo. Por debajo de esa cobertura de datos, el funcionamiento del sistema de medida se considerará anómalo y no podrá calcularse el promedio temporal correspondiente.

**6.5** Los SMCE deben operar cuando menos el 90% del tiempo de operación de la turbina de gas y deben apearse a las prácticas de calidad y mantenimiento previstas en su manual de operación y calibración

**6.6** Los SMCE deben funcionar de acuerdo a las especificaciones de operación proporcionados por el fabricante de los equipos, así mismo deben contar con los registros de mantenimiento que permitan corroborar la calibración y el buen funcionamiento.

**6.7** Una vez instalado el SMCE, se debe verificar su funcionamiento al inicio de su operación y con una frecuencia mínima de acuerdo con lo establecido en la Tabla 3, comparando la diferencia entre sus resultados y los resultados de un laboratorio acreditado y aprobado, dicha diferencia no debe ser mayor al 20% con respecto al valor del laboratorio, y/o 20% con respecto al NMPE de acuerdo con el gas



contaminante establecido en las Tablas 1 y 2. La medición del muestreo debe consistir en al menos 9 pares de datos con una duración mínima de 30 minutos entre cada muestra.

Lo anterior debe cumplir los criterios establecidos en el inciso a) del numeral 6.4.1

**6.8** El SMCE debe contar con un programa de mantenimiento preventivo. Este programa debe contener lo siguiente:

Frecuencia de mantenimiento y calibración de instrumentos de medición;

Frecuencia de mantenimiento de equipos de soporte (tomas de muestra, múltiples de muestra, extractores de aire, fuentes de energía, sistemas de iluminación, de control de temperatura, humedad relativa, filtros y cambio de consumibles), y

Programas de sustitución de instrumentos de medición y equipos de soporte;

## **7. Procedimiento de Evaluación de la conformidad**

**7.1** Este apartado es aplicable a la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana, mediante la revisión de la bitácora, la medición y los análisis de las emisiones a la atmósfera de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas totales procedentes de la operación de turbinas de gas.

**7.2** Los responsables de las turbinas de gas estacionarias deben solicitar la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana a la PROFEPA, la Agencia o a las Unidades de Verificación debidamente acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás disposiciones aplicables.

### **7.3 Aspectos técnicos a verificar**

La verificación que lleve a cabo la PROFEPA, la Agencia o la U.V. comprenderá lo siguiente:

Solicitar al responsable de la turbina de gas, el contrato de compra firmado para determinar si se trata de una turbina de gas existente o nueva.

La evaluación documental de la bitácora a que se refiere el punto 5.2 y 5.2.1, de la presente Norma Oficial Mexicana.

La evaluación documental de los monitoreos de acuerdo con lo descrito en el numeral 5.3 y 5.3.1 a 5.3.4 de la presente Norma Oficial Mexicana.

La verificación documental en caso de que se utilicen combustibles no definidos en la presente Norma Oficial Mexicana, de conformidad con lo establecido en el numeral 5.5 y su remisión a la Secretaría a través del formato de la Cédula de Operación Anual.

La verificación de la calibración, operación y mantenimiento del SMCE de conformidad con los numerales del 6.4 al 6.8 para la validación de las mediciones y promedios del SMCE e informes de resultados (incluye memoria de cálculo) de los análisis de óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, y en su caso bióxido de carbono, haciendo una comparación contra los métodos de prueba y de muestreo establecidos en la Tabla 4 de la presente norma y verificando que se cumplen los NMPE establecidos en la presente norma.

**7.4** Los responsables de las turbinas de gas deben demostrar a la PROFEPA y la Agencia, en el ámbito de sus competencias, o constatar a la Unidad de Verificación, en caso de que se haya presentado alguno de los supuestos del numeral 5.6.

**7.5** En el caso de que exista una chimenea común para sistemas o arreglos con varias turbinas de gas o con sistemas de recuperación de calor, la PROFEPA, la Agencia o la Unidad de Verificación, debe verificar si se realizan mediciones de conformidad con lo establecido en los numerales 5.7 y 5.8 si existe post combustión.

**7.6** La PROFEPA, la Agencia o la Unidad de Verificación, deben elaborar un acta circunstanciada donde harán constar lo observado y, en su caso, anexarán las evidencias correspondientes, a partir de los cuales emitirán un dictamen en el que se hace constar el grado de cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana de conformidad con las Tablas 1 a la 7 según aplique. El dictamen se debe entregar en original y una copia a quien haya solicitado los servicios y tendrá una vigencia de un año.

**7.7** La PROFEPA, la Agencia o la Unidad de Verificación, debe verificar la incorporación de equipos nuevos a los sistemas existentes, corroborando el cumplimiento de estos sistemas de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.9, y para las turbinas de gas existentes si se cumple lo establecido en el numeral 5.10.

**7.8** El operador o responsable de la turbina de gas puede solicitar a la PROFEPA, la Agencia o la Unidad de Verificación, al momento de realizar la evaluación de la conformidad, verifique que se cumple lo establecido en el numeral 5.11.

## **8. Observancia y vigilancia de la norma**

**8.1** La Secretaría por conducto de la PROFEPA, la Agencia, así como los Gobiernos de la Ciudad de México, de las Entidades Federativas y, en su caso de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades encargadas de vigilar el cumplimiento de la Presente Norma Oficial Mexicana.

**8.2** El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, será sancionado conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y los demás ordenamientos jurídicos aplicables.

**8.3** La PROFEPA, la Agencia o la Autoridad ambiental competente pueden realizar visitas de verificación con el objeto de vigilar el cumplimiento de esta norma, independientemente de los procedimientos para la evaluación de la conformidad que hubiere establecido.

## **9. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales**

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma o lineamiento internacional

## **10. Bibliografía**

NOM-008-SCFI-2010, "Sistema General de Unidades de Medida", Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 2012.

NMX-Z-013/1-1977, "Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.

USEPA Method 3A - Determination of Oxygen and Carbon Dioxide Concentrations in Emissions from Stationary Sources (instrumental analyzer procedure) (Determinación de concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en emisiones de fuentes fijas. Método instrumental <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-03a.pdf>)

USEPA Method 3B - Gas Analysis for the Determination of Emission Rate Correction Factor or Excess Air (Análisis de gases para la determinación del factor de corrección de exceso de aire. <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-03b.pdf>)

USEPA Method 7e - Determination of nitrogen oxides emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure) (Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno de fuentes fijas. Método instrumental <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method7Er06.pdf>)

USEPA Method 6C - SO<sub>2</sub> - Instrumental (Determinación instrumental de SO<sub>2</sub>): <http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method6c.html>).

USEPA CEMS Performance Specifications for SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> (Especificaciones de funcionamiento de SMCE para SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> <http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec2.html>).

USEPA Method 8.- Determination of sulfuric acid and sulfur dioxide emissions from stationary sources (Determinación de emisiones de ácido sulfúrico de Fuentes fijas <http://epa.gov/ttn/emc/promgate/m-08.pdf>)

USEPA Method 10 - Determination of carbon monoxide emissions from Stationary sources (NDIR instrumental analyzer procedure) (Determinación de emisiones de CO de fuentes fijas.- Método instrumental) <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method10r06.pdf>

USEPA Method 5 - Determination of particulate matter emissions from stationary sources (Determinación de la emisión de partículas provenientes de fuentes fijas) <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-05.pdf>

USEPA Method 030 Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzer <http://www.epa.gov/ttn/emc/ctm/ctm-030.pdf>

USEPA Method 034 Test Method - Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources for periodic monitoring portable electrochemical analyzer procedure- de la EPA. <http://www.epa.gov/ttn/emc/ctm/ctm-034.pdf>.

### TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días naturales posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** La SEMARNAT a través de la PROFEPA o la Agencia, según sea el caso, realizará la aprobación y la Entidad de Acreditación la acreditación de las Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba en los términos establecidos en la "Convocatoria para la acreditación y aprobación de organismos de certificación de producto, laboratorios de ensayo y/o prueba y unidades de verificación para evaluar la conformidad de las normas oficiales expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de febrero de 2007, y en el "Acuerdo mediante el cual se establecen los Lineamientos para la aprobación de organismos de certificación de producto, laboratorios de ensayo y/o pruebas, y unidades de verificación para evaluar la conformidad de las normas oficiales mexicanas, expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de noviembre de 2012.

A fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo Quinto Transitorio del "Acuerdo mediante el cual se establece el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad para Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de enero de 2006 y el Artículo Vigésimo Primero de la Convocatoria referida en el párrafo anterior, la PROFEPA solicitará a las Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba, un dictamen y un informe de resultados respectivamente a fin de constatar los resultados de la evaluación de la conformidad en los términos estipulados en el apartado de Métodos de Prueba y Procedimiento de Evaluación de la Conformidad de la presente norma.

La Agencia, conjuntamente con la Entidad de Acreditación, dentro de los 30 días naturales siguientes a la entrada en vigor del presente instrumento publicará en el Diario Oficial de la Federación una Convocatoria Nacional para la acreditación y aprobación de Unidades de Verificación y Laboratorios de Pruebas que evaluarán la Conformidad de la presente norma en el Sector Hidrocarburos.

**TERCERO.-** Las turbinas de gas que no cumplan con los niveles máximos permisibles de emisión señalados en la Tabla 1 deberán someterse a la modificación correspondiente para cumplir con dichos niveles, o en su caso retirar el equipo de operación a más tardar en los tres años calendario siguientes a la entrada en vigor de la norma.

**CUARTO.-** Las turbinas de gas que opera la Comisión Federal de Electricidad ubicadas en la Zona del Valle de México que pertenecían a la extinta Luz y Fuerza del Centro, serán reguladas por la presente norma cuando se transfiera la propiedad plena a la Comisión Federal de Electricidad; ésta deberá notificar por escrito a la Secretaría dicha transferencia.

Ciudad de México, a los veintidós días del mes de agosto de dos mil dieciséis.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cuauhtémoc Ochoa Fernández**.- Rúbrica.- El Director Ejecutivo de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Industrial y Operativa y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, **Carlos de Regules Ruiz-Funes**.- Rúbrica.

**Tabla 1. Niveles máximos permisibles de emisión de las turbinas existentes, a la entrada en vigor de la NOM**

\*Los valores de Partículas totales se encuentran en base seca y referidos a condiciones de referencia.

\*Los valores de óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre se encuentran en base seca y referidos a un nivel de dilución equivalente a 15% en volumen base seca de oxígeno en los gases de combustión.

\*Los valores de bióxido de azufre determinados en base húmeda deben corregirse a base seca y condiciones de referencia.

| CAPACIDAD MW | TIPO DE COMBUSTIBLE | Oxidos de nitrógeno, ppmv | Bióxido de azufre, ppmv | Partículas totales, mg/m3 |
|--------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
|--------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|

|   |         | ZMVM | ZRP | ZMVM | ZRP                | ZMVM | ZRP |
|---|---------|------|-----|------|--------------------|------|-----|
| Mayor a 0.5 MW  | Gaseoso | 42   | 93  | NA   | 110 <sup>(1)</sup> | NA   |     |
|   | Líquido | 74   |     | 10   | 105                | 30   | 50  |
| <b>El valor aplica para combustibles gaseosos cuando contengan azufre fuera de los límites establecidos en la norma aplicable</b> |         |      |     |      |                    |      |     |

**Tabla 2. Niveles máximos permisibles de emisión de las turbinas nuevas**

\*Los valores de Partículas totales se encuentran en base seca y referidos a condiciones de referencia.

\*Los valores de óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre se encuentran en base seca y referidos a un nivel de dilución equivalente a 15% en volumen base seca de oxígeno en los gases de combustión.

\*Los valores de bióxido de azufre determinados en base húmeda deben corregirse a base seca y condiciones de referencia.

| CAPACIDAD MW  | TIPO DE COMBUSTIBLE | Oxidos de nitrógeno, ppmv |     | Bióxido de azufre, ppmv |                    | Partículas totales, mg/m3 |     |
|---|---------------------|---------------------------|-----|-------------------------|--------------------|---------------------------|-----|
|   |                     | ZMVM                      | ZRP | ZMVM                    | ZRP                | ZMVM                      | ZRP |
| Mayor a 0.5 MW  | Gaseoso             | 26                        |     | NA                      | 110 <sup>(1)</sup> | NA                        |     |
|   | Líquido             | 74                        |     | 10                      | 105                | 30                        | 50  |
| <b>El valor aplica para combustibles gaseosos cuando contengan azufre fuera de los límites establecidos en la norma aplicable</b> |                     |                           |     |                         |                    |                           |     |

**Tabla 3. Frecuencia de medición para la verificación del cumplimiento de turbinas para comprobación de sistemas de medición continua y para muestreo puntual**

| TIPO DE COMBUSTIBLE | Oxidos de nitrógeno, ppmv | Bióxido de azufre, ppmv | Partículas totales, mg/m3 |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Gaseoso             | Semestral                 | N/A                     | N/A                       |
| Líquidos            | Semestral                 | Semestral               | Semestral                 |

**Tabla 4.- Métodos de medición**

| Parámetro | Norma o método de referencia | Métodos Alternativos | Técnica analítica general y condiciones de medición requeridas |
|-----------|------------------------------|----------------------|--|
|           |                              |                      |  |

|                            |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|
| <p>Partículas totales</p>  | <p>NMX-AA-010-SCFI-2001, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto-Método isocinético, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de abril de 2001.</p> <p>NMX-AA-009-1993-SCFI, Contaminación atmosférica - Fuentes fijas-Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de tubo de pitot, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 27 de diciembre de 1993.</p> | <p>USEPA Method 5- Determination of particulate matter emissions from stationary sources (Determinación de la emisión de partículas provenientes de fuentes fijas)<br/> <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-05.pdf">http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-05.pdf</a><br/>         USEPA NSPS Reference Method 6<br/>         (se permite el uso de un tren de muestreo integrado para SO<sub>2</sub> vía el USEPA NSPS Reference Method 6)</p> | <p>Muestreo integral de enriquecimiento con toma de muestra con control isocinético</p> <p>3 muestras definitivas con duración de al menos 1 hora cada una</p> <p>Cada muestra definitiva deberá consistir de al menos 0.85 m<sup>3</sup> a condiciones de 15 °C, 101 325 Pa, base seca</p> <p>Se deberá calcular el promedio aritmético de las 3 muestras para comparar con el NMPE</p> <p>La unidad deberá operarse arriba del 75% de la capacidad de la turbina de gas o en la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses cuando ésta resulte por arriba del 50% y por debajo del 75% de la capacidad de la turbina de gas</p> <p>Se deberá medir de manera simultánea el contenido de oxígeno durante cada muestra definitiva. Esta medición podrá realizarse de manera continua y/o a través de al menos 3 muestras puntuales distribuidas a lo largo de cada muestra definitiva realizada</p>  |
| <p>Óxidos de nitrógeno</p> | <p>NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes, Anexo 2 Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes fijas (procedimiento de análisis instrumental) publicada en el Diario Oficial de la Federación del 1 de octubre de 2004.</p>   | <p>Determinación de emisiones de NO<sub>x</sub> de fuentes fijas Método 7e (instrumental) de la USEPA:<br/> <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method7e.html">http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method7e.html</a>.</p>  | <p>Realización de 3 corridas de medición continua instrumental con duración de al menos 60 minutos continuos y con toma de lectura en intervalos equidistantes de 1 minuto o menos</p> <p>Se deberá calcular el promedio aritmético de las 3 corridas para comparar con el NMPE.</p> <p>La unidad deberá operarse arriba del 75% de la capacidad de la turbina de gas o en la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses cuando ésta resulte por arriba del 50% y por debajo del 75% de la capacidad de la turbina de gas</p> <p>Se deberá medir de manera simultánea el contenido de oxígeno durante cada muestra definitiva. Esta medición podrá realizarse de manera continua y/o a través de al menos 3 muestras puntuales distribuidas a lo largo de cada muestra definitiva realizada</p> <p>Si se utiliza un sistema de medición húmedo, las mediciones de NO<sub>x</sub> deberán realizarse de manera simultánea a las de partículas para corregir los resultados a base seca usando el contenido de humedad obtenido en las mediciones de partículas.</p> |

|         |   |  |   |
|---------|---|--|---|
| Oxígeno | <p>NMX-AA-035-1976, Determinación de CO<sub>2</sub>, CO y O<sub>2</sub> en los gases de combustión, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 1976.</p> | <p>USEPA NSPS Reference Method 3A y 3B</p> | <p>Muestreo integral acumulativo o puntual</p> <p>Determinación de O<sub>2</sub> vía Orsat</p> <p>No podrá utilizarse un sistema Fyrite para esta determinación</p> <p>La concentración de O<sub>2</sub> para fines de corrección de concentración de contaminantes deberá expresarse en por ciento en volumen (cmol/mol) y en base seca</p> <p>La medición podrá practicarse sobre una muestra integral acumulada (bolsa de muestra) o directamente sobre una muestra puntual extraída del conducto</p>  |
|         |   | <p>USEPA CTM 034<br/>USEPA CTM 030</p>     | <p>Método para sistemas de medición a base de celdas electroquímicas</p> <p>Se deberán cumplir todas las disposiciones de control de calidad del método, incluyendo la medición en ciclos con refrescado de celda, el control de temperatura en la celda, su calibración periódica con materiales de referencia, y el uso de un sistema de acondicionamiento de gases</p> <p>La medición podrá practicarse sobre una muestra integral acumulada (bolsa de muestra) o directamente sobre el conducto utilizando un acondicionador de gases apropiado para el instrumento</p> |

|                          |   |  |  |
|--------------------------|---|--|--|
| <p>Bióxido de azufre</p> | <p>NMX-AA-055-1979, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de septiembre de 1979. NMX-AA-054-1978, Contaminación atmosférica - Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto - Método gravimétrico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1978.</p> | <p>USEPA NSPS Reference Method 6 (se permite el uso de un tren de muestreo integrado para partículas vía el usepa nsps reference method 5)</p> | <p>Muestreo integral de enriquecimiento con toma de muestra con control isocinético o de flujo constante</p> <p>El muestreo bajo condiciones isocinéticas sólo será requerido cuando se combine el tren de muestreo para medir simultáneamente las partículas. De lo contrario, el muestreo podrá efectuarse a flujo constante.</p> <p>3 muestras definitivas con duración de al menos 1 hora cada una</p> <p>Cada muestra definitiva deberá consistir de al menos 0.85 m3 a condiciones de 15°C, 101 325 pa, base seca</p> <p>Se deberá calcular el promedio aritmético de las 3 muestras para comparar con el NMPE</p> <p>La unidad deberá operarse arriba del 75% de la capacidad de la turbina de gas o en la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses cuando ésta resulte por arriba del 50% y por debajo del 75% de la capacidad de la turbina de gas</p> <p>Se deberá medir de manera simultánea el contenido de oxígeno durante cada muestra definitiva. Esta medición podrá realizarse de manera continua y/o a través de al menos 3 muestras puntuales distribuidas a lo largo de cada muestra definitiva realizada</p> |
|--------------------------|---|--|--|

|  |  |                                      |  |
|--|--|--------------------------------------|--|
|  | <p>NMX-AA-056-1980, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de Bióxido de Azufre, Trióxido de Azufre y Neblinas de Acido Sulfúrico en los Gases que Fluyen por un Conducto, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1980.</p> <p>NMX-AA-054-1978, Contaminación atmosférica - Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto - Método gravimétrico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1978.</p> | <p>USEPA NSPS Reference Method 8</p> | <p>Sólo si se requiere por otros motivos ajenos a la evaluación de la conformidad de esta NOM la medición de SO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, este método podrá ser utilizado para la determinación de SO<sub>2</sub>.</p> <p>3 muestras definitivas con duración de al menos 1 hora cada una</p> <p>Cada muestra definitiva deberá consistir de al menos 0.85 m<sup>3</sup> a condiciones de 15 °C, 101 325 Pa, base seca</p> <p>Se deberá calcular el promedio aritmético de las 3 muestras para comparar con el NMPE</p> <p>La unidad deberá operarse arriba del 75% de la capacidad de la turbina de gas o en la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses cuando ésta resulte por arriba del 50% y por debajo del 75% de la capacidad de la turbina de gas</p> <p>Se deberá medir de manera simultánea el contenido de oxígeno durante cada muestra definitiva. Esta medición podrá realizarse de manera continua y/o a través de al menos 3 muestras puntuales distribuidas a lo largo de cada muestra definitiva realizada</p> |
|--|--|--------------------------------------|--|



|  |  |                                |   |
|--|--|--------------------------------|---|
|  |  | USEPA NSPS Reference Method 6c | <p>Realización de 3 corridas de medición continua instrumental con duración de al menos 60 minutos continuos y con toma de lectura en intervalos equidistantes de 1 minuto o menos</p> <p>Se deberá calcular el promedio aritmético de las 3 corridas para comparar con el NMPE.</p> <p>La unidad deberá operarse arriba del 75% de la capacidad de la turbina de gas o en la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses cuando ésta resulte por arriba del 50% y por debajo del 75% de la capacidad de la turbina de gas</p> <p>Se deberá medir de manera simultánea el contenido de oxígeno durante cada muestra definitiva. Esta medición podrá realizarse de manera continua y/o a través de al menos 3 muestras puntuales distribuidas a lo largo de cada muestra definitiva realizada</p> <p>Si se utiliza un sistema de medición húmedo, las mediciones de SO<sub>2</sub> deberán realizarse de manera simultánea a las de partículas para corregir los resultados a base seca usando el contenido de humedad obtenido en las mediciones de partículas.</p> |
|--|--|--------------------------------|---|

**Tabla 5.- Bitácora de operación  
Bitácora Turbinas de gas (SMCE)**

| <b>Planta o Instalación:</b>  |                                    |                                       |   |                     |                       |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| <b>Responsable:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Identificación de la turbina de gas:</b>                               |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Manufacturado por:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Modelo:</b>  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Serie:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Potencia eléctrica media diaria de salida a carga base (ISO) (MW):</b> |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Potencia de salida en sitio (MW):</b><br>P:_____ T:_____               |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Heat Rate carga base (ISO) (Cal/kWh):</b>                              |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Combustible:</b>   |                                    | <input type="checkbox"/> Gas Natural  | <input type="checkbox"/> Diésel                 |                     |                       |
| <b>Consumo de combustible:</b>  |                                    | <input type="checkbox"/> Otro:        | <input type="checkbox"/> Bioenergéticos/biomasa |                     |                       |
| <b>Ciclo:</b>   |                                    | <input type="checkbox"/> Abierto      | <input type="checkbox"/> Combinado              |                     |                       |
| <b>Arranques</b>  |                                    | <input type="checkbox"/> Cogeneración |   |                     |                       |
| <b>% de carga base:</b>   |                                    | <b>Número:</b>                        | <b>Duración:</b>                                |                     |                       |
| <b>Lectura de emisiones por día</b>                                       |                                    | <b>Fecha:</b>                         | <b>Turno:</b>                                   |                     |                       |
| <b>Horas de operación por arriba del mínimo técnico:</b>                  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Potencia mecánica (MW):</b>  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Energía eléctrica diaria producida (MWh/d):</b>                        |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Flujo gases de chimenea (m<sup>3</sup>/h@ISO):</b>                     |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Humedad relativa (%):</b>  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| No. de medición   | Óxidos de nitrógeno                | Bióxido de azufre                     | Compuesto:                                      |                     |                       |
|   | Concentración en la emisión (ppmv) | Concentración en la emisión           | Emisión (ppmv)                                  | Emisión total (ton) | Emisión ener. (g/kWh) |
| 1   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 2   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 3   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 4   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 5   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 6   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 7   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 8   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 9   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 10  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 11  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| 12  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Observaciones:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Mantenimiento</b>  |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Fecha:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Tipo de mantenimiento:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Descripción:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Fecha de reincorporación al servicio:</b>                              |                                    |                                       |   |                     |                       |
| <b>Observaciones:</b>   |                                    |                                       |   |                     |                       |

**Tabla 6.- Bitácora de muestreo**

**Bitácora Turbinas a gas (muestreo)**

| Planta o Instalación:                                |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Responsable:   |   |  |   |
| Identificación de la turbina de gas:                 |   |  |   |
| Manufacturado por:                                   |   |  |   |
| Modelo:  |   |  |   |
| Serie:   |   |  |   |
| Potencia de salida a carga base (ISO)<br>(MW):       |   |  |   |
| Potencia de salida en sitio (MW):<br>P:_____ T:_____ |   |  |   |
| Heat Rate carga base (ISO)<br>(Cal/kWh):             |   |  |   |
| Combustible:   |   | <input type="checkbox"/> Gas Natural/L.P.                  | <input type="checkbox"/> Diésel                 |
|  |   | <input type="checkbox"/> Otro:                             | <input type="checkbox"/> Bioenergéticos/biomasa |
| Consumo de combustible:                              |   | Unidad:  |   |
| Ciclo:   |   | <input type="checkbox"/> Abierto                           | <input type="checkbox"/> Combinado              |
|  |   | <input type="checkbox"/> Cogeneración                      |   |
| Arranques  | Número:   | Duración:  |   |
| % de carga base:                                     |   |  |   |
| Lectura de emisiones por día                         |   | Fecha:   | Turno:  |
| Horas de operación por arriba del mínimo técnico:    |   |  |   |
| Potencia Mecánica (MW):                              |   |  |   |
| Energía eléctrica diaria producida (MWh/d):          |   |  |   |
| Flujo gases de chimenea (m <sup>3</sup> /h@ISO):     |   |  |   |
| Humedad Relativa:                                    |   |  |   |
| No. de medición                                      | Óxidos de nitrógeno<br>Concentración en la emisión<br>(ppmv)              | Bióxido de azufre<br>Concentración en la emisión<br>(ppmv) |   |
| 1  |   |  |   |
| 2  |   |  |   |
| 3  |   |  |   |
| 4  |   |  |   |
| Promedio   |   |  |   |
| No. de medición                                      | Partículas totales<br>Concentración en la emisión<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |  |   |
| 1  |   |  |   |
| 2  |   |  |   |
| 3  |   |  |   |
| 4  |   |  |   |
| Promedio   |   |  |   |
| Observaciones:                                       |   |  |   |

**Tabla 7.- Composición de combustible**

Si se utiliza un combustible diferente a los considerados por esta norma se deberá reportar las siguientes características dos veces al año para SMCE y cada vez que se realice muestreo:

| <b>Composición química combustible gaseoso</b>           |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Compuesto</b>   | <b>Porcentaje (%)</b> |
|  |                       |
|  |                       |
|  |                       |
|  |                       |
|  |                       |
|  |                       |
|  |                       |
| <b>Azufre (S):</b>                                       |                       |
| <b>Poder calorífico:</b>                                 | HHV:                  |
|  | LHV:                  |
| <b>Densidad (g/cm3):<br/>Condiciones T(°C) y P(atm):</b> |                       |

| <b>Composición química combustible líquido</b> |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Metal</b>                                   | <b>Porcentaje (%)</b> |
| Níquel   |                       |
| Cobalto  |                       |
| Mercurio                                       |                       |
| <b>Azufre (S):</b>                             |                       |
| Relación H/C                                   |                       |
| <b>Poder calorífico:</b>                       | HHV:                  |
|  | LHV:                  |
| <b>Densidad (g/cm3) :</b>                      |                       |

**Tabla 8.- Niveles de emisión de bióxido de carbono equivalente por unidad de potencia de salida**

| <b>Capacidad instalada (MW)</b> | <b>Kg Bióxido de carbono/MWh</b> |
|---------------------------------|----------------------------------|
| <30                             | 350                              |
| ≥30                             | 290                              |