



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

ANEXO N° 2:
INSTRUCTIVO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES A TRAVÉS DE
MUESTREOS Y MEDICIONES CON MÉTODOS DE REFERENCIA.

Alternativas 4 y 5

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETIVOS	2
3.	ALCANCE	2
4.	DEFINICIONES.....	2
5.	OPCIONES DE CUANTIFICACIÓN BASADAS EN MÉTODOS DE REFERENCIA.....	3
5.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE ALTERNATIVAS.....	3
5.1.1.	Alternativa 4	4
5.1.2.	Alternativa 5	5
5.2.	METODOLOGÍA DE MUESTREO Y/O MEDICIÓN.....	5
5.3.	PARÁMETROS ADICIONALES A MEDIR.....	6
5.4.	FRECUENCIA DE MUESTREO Y MEDICIÓN.....	7
5.4.1.	Alternativa 4	7
5.4.2.	Alternativa 5	8
5.5.	CONDICIONES DE OPERACIÓN DURANTE EL MUESTREO O MEDICIÓN.....	10
5.5.1.	Condiciones de operación alternativa 4	10
5.5.2.	Condiciones de operación alternativa 5	12
5.5.3.	Consideraciones para el muestreo y/o medición.....	15
5.5.4.	Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA).....	16
5.6.	ACREDITACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD ANUAL	16
5.6.1.	Alternativa 4	16
5.6.2.	Alternativa 5	17
5.6.3.	Acreditación del consumo de combustible y periodo de cuantificación	17
6.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE EMISIÓN ANUAL.....	18
6.1.	ALTERNATIVA 4	18
6.2.	ALTERNATIVA 5	19
7.	CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Anexo N°2 del “Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley n° 20.780”, que regula la forma y modo de cuantificar las emisiones requeridas para la aplicación del impuesto a las emisiones de fuentes fijas, que grava las emisiones al aire de Material Particulado (MP), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Dióxido de Azufre (SO₂) y Dióxido de Carbono (CO₂) conforme lo dispuesto en el Artículo N° 8 de la Ley N° 20.780.

Específicamente, el presente Anexo regula el procedimiento técnico de cuantificación de las emisiones anuales a través de muestreos y mediciones efectuados bajo Métodos de Referencia, denominados como alternativas 4 y 5.

2. OBJETIVOS

El presente Anexo tiene como objetivo establecer las metodologías y requisitos mínimos necesarios para la cuantificación de la emisión mediante la realización de mediciones y muestreos de los parámetros MP, CO₂, SO₂ y NO_x, a través de métodos de referencia ejecutados por Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente.

3. ALCANCE

El siguiente Anexo aplica a los establecimientos afectos al tributo que opten por cuantificar sus emisiones mediante la realización de mediciones y muestreos en chimenea, a través de métodos de referencia.

Debido a su objetivo servirá de guía para las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) que efectúen las mediciones y muestreos requeridos.

4. DEFINICIONES

A las definiciones indicadas en la sección 4 del Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley n° 20.780 y las presentes en los respectivos anexos que integran la citada instrucción, se agregan las siguientes:

- **Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA):** Persona jurídica autorizada para realizar actividades de fiscalización ambiental, según el alcance de la autorización que le ha otorgado la Superintendencia, de acuerdo a las normas del reglamento D.S. 38/2013 MMA.
- **Medición:** Determinación in situ, en línea o de manera remota de uno o más parámetros de un objeto de evaluación, de acuerdo a un procedimiento establecido.
- **Muestreo:** Actividad que se realiza para la obtención de una muestra representativa del objeto de evaluación, de acuerdo a un procedimiento establecido.
- **Análisis o Ensayo:** Determinación de una o más características físicas, químicas y/o biológicas de un objeto o elemento de evaluación, de acuerdo a un procedimiento establecido.
- **Combustible Principal:** Combustible que proporciona el mayor porcentaje de entrada de calor en un año calendario a una fuente de combustión.
- **Combustible Secundario:** Cualquier otro tipo de combustible utilizado, que no cumpla con la condición de combustible principal.
- **Res. 647/2016 SMA:** Resolución Exenta N° 647 de 15 de Julio de 2016 de la Superintendencia del Medio Ambiente o aquella que la reemplace o actualice, que “Aprueba actualización de la instrucción de carácter general que establece requisitos para la autorización de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, bajo régimen normal, en el componente aire-emisiones atmosféricas de fuentes fijas, y deja sin efecto la resolución que indica”.
- **Res. 914/2016 SMA:** Resolución Exenta N° 914 de 29 de septiembre de 2016 de la Superintendencia del Medio Ambiente o aquella que la reemplace o actualice, que “Aprueba actualización de instrucción de carácter general aplicable a las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas en emisiones atmosféricas de fuentes fijas ETFA-INS-02 y deja sin efecto Resolución que indica” o aquella que la reemplace o actualice.

5. OPCIONES DE CUANTIFICACIÓN BASADAS EN MÉTODOS DE REFERENCIA

Los establecimientos cuyas fuentes fijas conformadas por calderas o turbinas, individuales o que en su conjunto sumen una potencia térmica nominal mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos), considerando el límite superior del valor energético del combustible, que se encontrarán afectas al impuesto verde, podrán cuantificar sus emisiones por cada fuente del establecimiento para uno, algunos o todos los parámetros regulados; Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Carbono (CO₂), realizando muestreos y/o mediciones basados en métodos de referencia oficiales para aquellas actividades, cumpliendo con las condiciones de operación estipuladas, controles de aseguramiento de la calidad de los métodos, y niveles de operación de las fuentes, entre otros.

Para cuantificar las emisiones mediante métodos de referencia, se deberá seguir y dar cumplimiento a los diferentes criterios que se establecen en el presente Anexo.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ALTERNATIVAS

La aplicación de las alternativas 4 y 5 consiste en la determinación puntual de uno, alguno o todos los parámetros a cuantificar, en un periodo de tiempo limitado. La metodología se basa en la toma de una muestra representativa de la corriente emisora, mediante el uso de equipos o técnicas extractivas, las que permiten fijar el contaminante objeto de la medida para su posterior análisis y determinación de la concentración del mismo en la corriente de gas.

Los datos de emisión determinados a partir de los muestreos y/o mediciones puntuales en las fuentes, serán extrapolados para estimar las emisiones anuales de cada fuente del establecimiento (ton/año) afecta al pago de impuestos, considerando las variaciones horarias de su operación en el tiempo.

Bajo esta metodología de cuantificación, el titular del establecimiento podrá optar entre dos alternativas para la cuantificación de uno, alguno o todos los parámetros afectos, de acuerdo a las características de funcionamiento de sus fuentes emisoras. La numeración de las alternativas guarda relación con aquellas definidas en la Tabla 2 del Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780°.

La cuantificación de las emisiones de los contaminantes bajo los métodos de referencia, debe seguir el siguiente esquema (Figura 1).

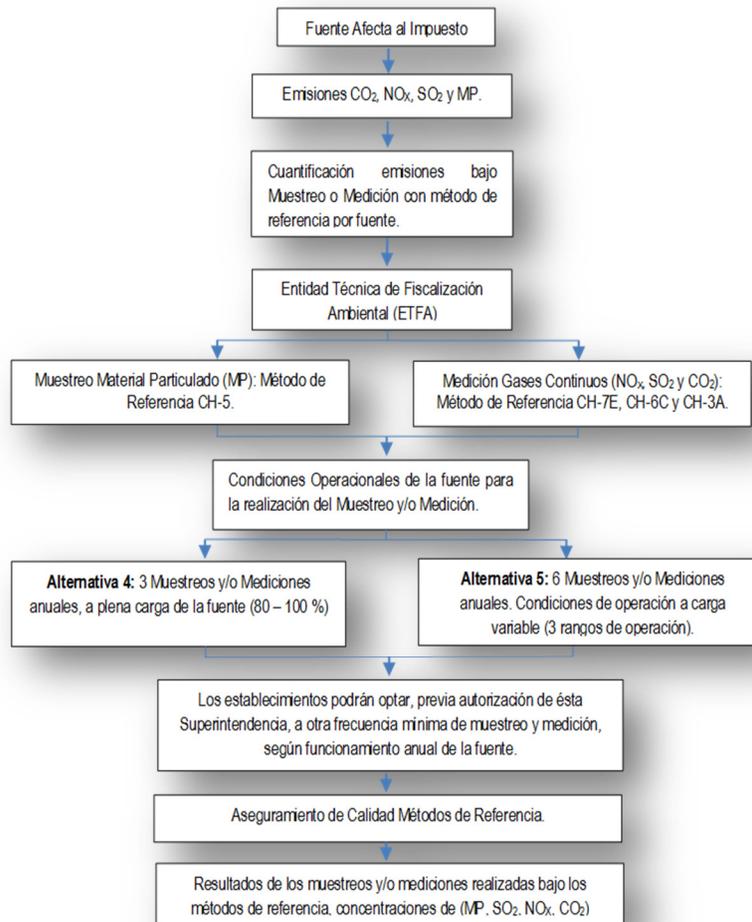


Figura 1. Esquema general para la cuantificación mediante métodos de referencia

5.1.1. Alternativa 4

La emisión (ton/año) de cada fuente, se estimará a partir de la realización de tres muestreos anuales para el caso del Material Particulado y de tres mediciones anuales para los gases (CO₂, SO₂ y NO_x), todos ellos efectuados a plena carga de funcionamiento de la fuente (80 – 100%). Las concentraciones obtenidas para cada parámetro (mg/m³N) serán promediadas a efectos de obtener un valor de concentración de los 3 muestreos efectuados. La concentración promedio de cada parámetro será multiplicada por el caudal de gases promedio medido (m³N/h) durante los 3 muestreos de Material Particulado y las 3 mediciones de CO₂, SO₂ y NO_x, según corresponda, de tal forma de obtener una emisión promedio para cada parámetro cuantificado mediante esta alternativa (mg/h). Finalmente la emisión promedio obtenida de los muestreos y mediciones será multiplicada por el número total de las horas de funcionamiento (año) que acredite el titular para cada fuente, obteniéndose la emisión anual.

5.1.2. Alternativa 5

La emisión (ton/año) de cada fuente, se estimará bajo 3 niveles de carga predefinidos (carga baja, carga media y carga alta)¹. La tasa de emisión representativa de cada nivel de carga se obtendrá con el promedio de 2 muestreos (MP) y 2 mediciones (CO₂, SO₂ y NO_x), desde donde se obtendrá una concentración promedio para cada parámetro (mg/m³N) y un caudal de gases promedio (m³N/h). Los tres niveles de carga serán determinados en relación a la plena capacidad de la fuente emisora (100%). La emisión anual asociada a cada rango de operación de la fuente emisora se determinará de acuerdo a las horas de funcionamiento que declare y justifique el titular en forma diferenciada, para cada uno de los tres niveles de carga definidos. Finalmente la emisión anual se obtendrá como la suma de las emisiones anuales calculadas para cada nivel de carga.

5.2. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y/O MEDICIÓN

Los establecimientos afectos al pago del impuesto, deberán realizar los muestreos, mediciones y/o análisis de los parámetros MP, CO₂, SO₂ y NO_x, basándose en uno o más de los métodos establecidos en el anexo 2 de la Res. 647/2016 SMA.

Las metodologías consideradas válidas para realizar estos muestreos (MP) o mediciones de gases continuos (SO₂, NO_x y CO₂)², se esquematizan a continuación en la Figura 2 y en la Figura 3:

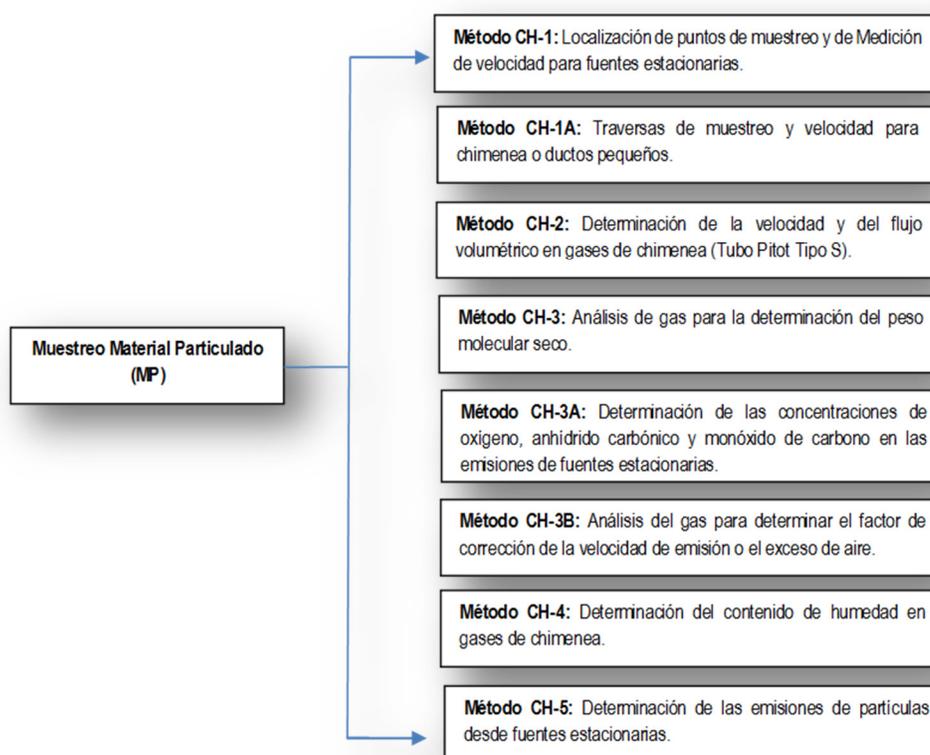


Figura 2. Metodologías consideradas válidas para la cuantificación de Material Particulado³.

¹ Para mayor detalle ver Figura 6.

² Anexo 2 de la Res. 647/2016 SMA.

³ Se podrá utilizar en casos debidamente justificados, la metodología US-EPA-17 "Determinación de emisiones de material particulado desde fuentes estacionarias" o el Método CH-5B "Determinación de emisiones de MP sin ácido sulfúrico provenientes de fuentes estacionarias" para la cuantificación del parámetro Material Particulado.

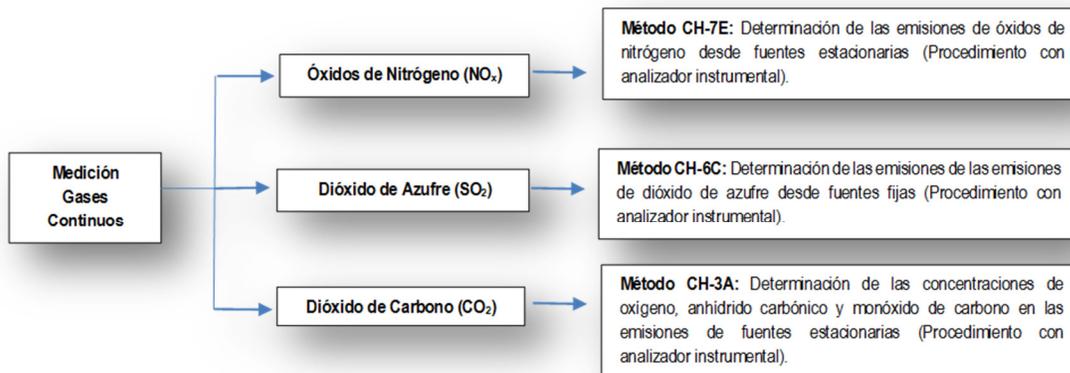


Figura 3. Metodologías consideradas válidas para la cuantificación de NO_x, SO₂ y CO₂, desde fuentes estacionarias.

5.3. PARÁMETROS ADICIONALES A MEDIR

Los establecimientos afectos al impuesto, que realicen los muestreos, medición y/o análisis de sus emisiones mediante métodos de referencia, deberán cuantificar, en forma simultánea al muestreo y medición de las emisiones, el flujo volumétrico de los gases de chimenea (caudal) y la humedad (%) de los mismos.

Para la cuantificación de los parámetros mediante la medición de gases continuos (NO_x, SO₂ y CO₂) se deberán realizar mediciones de caudal de gases, al inicio, intermedio y término de cada medición (Res. 914/2016 SMA). Además, se deberá obtener el valor del contenido de humedad en los gases de chimenea, o su estimación, según corresponda.

Para los muestreos de (MP), la cuantificación del flujo volumétrico y de humedad, está incluido en los métodos de referencia que se utilizan bajo el Método CH-5 "Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias", por lo que no se requiere de un procedimiento adicional.

Los métodos de referencia a utilizar para obtener los parámetros de Flujo y Humedad son (Figura 4):

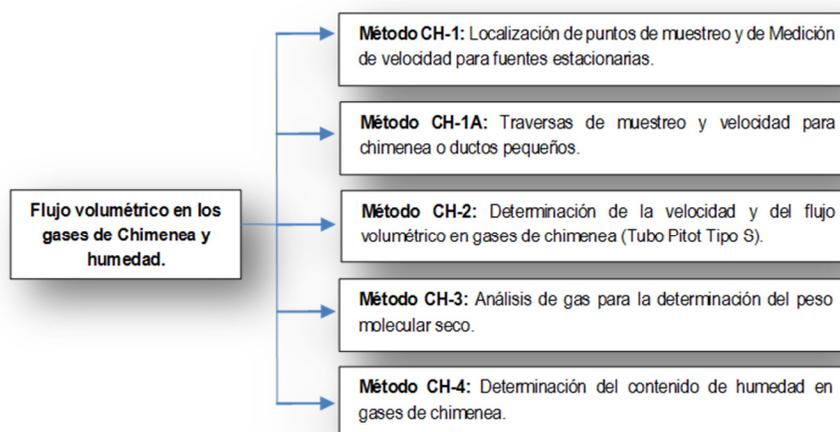


Figura 4. Metodologías consideradas válidas para la cuantificación de Flujo Volumétrico y humedad.

5.4. FRECUENCIA DE MUESTREO Y MEDICIÓN

La frecuencia requerida para los muestreos y mediciones dependerá de la alternativa que utilice el titular para la cuantificación de las emisiones de cada fuente y parámetro.

5.4.1. Alternativa 4

Los muestreos (MP) y mediciones (NO_x, SO₂ y CO₂) de cada una de las fuentes emisoras que conforman el establecimiento y que optaron a la alternativa 4, se deberán realizar con una frecuencia de 3 veces durante el año calendario, siendo el titular del establecimiento el que decidirá la fecha de cada uno de los muestreos y mediciones dentro del año calendario.

Los establecimientos que se encuentren sujetos a estacionalidad en su funcionamiento, deberán realizar los muestreos (MP) y las mediciones (CO₂, SO₂ y NO_x) de acuerdo a lo siguiente:

- Funcionamiento Anual menor o igual a 4 meses (2920 horas distribuidas en el año): Deberán realizar al menos 1 muestreo de MP y 1 Medición de NO_x, SO₂ y CO₂.
- Funcionamiento Anual mayor a 4 meses (2920 horas distribuidas en el año) y menor a 8 meses (5840 horas distribuidas en el año): Deberán realizar al menos 2 muestreos de MP y 2 Mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂.
- Funcionamiento Anual mayor o igual a 8 meses (5840 horas distribuidas en el año): Deberán realizar los 3 muestreos de MP y 3 Mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂.

La Figura 5, presenta un esquema explicativo correspondiente a la Alternativa 4 de cuantificación.

Para aquellas fuentes que utilicen 2 combustibles (principal y secundario), y que opten por cuantificar las emisiones generadas con ambos combustibles, mediante esta alternativa, deberán realizar los muestreos y mediciones utilizando el combustible principal, no obstante, se deberá realizar al menos 1 muestreo y 1 medición con el combustible secundario, cuyos resultados deberán ser utilizados para extrapolar las emisiones en las horas de funcionamiento en que se utilice dicho combustible. Cabe señalar que un muestreo o medición efectuada con el combustible secundario reemplaza una de los 3 muestreos y 3 mediciones exigidos.

Para aquellos casos en que las fuentes realicen 1 o 2 muestreos y/o mediciones, y que utilicen más de un combustible, podrán ejecutar lo siguiente:

- Funcionamiento anual menor o igual a 2920 horas: Realizar los muestreos y mediciones sólo con el combustible principal, debiendo estimar las emisiones generadas con el combustible secundario (alternativas 6 u 7 propuestas en la Tabla 2 del Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780), a menos que se opte por realizar en forma adicional un muestreo y medición para el combustible secundario.
- Funcionamiento anual mayor a 2920 horas y menor a 5840 horas: Realizar los muestreos y mediciones con cada combustible utilizado, es decir realizar un muestreo y medición para el combustible principal, y un muestreo y medición para el combustible secundario.

Si existe algún impedimento técnico, para la realización de los muestreos y/o mediciones al combustible secundario, debidamente justificado e informado a esta Superintendencia, el establecimiento podrá cuantificar las emisiones utilizando la alternativa 6 o 7 (estimación).

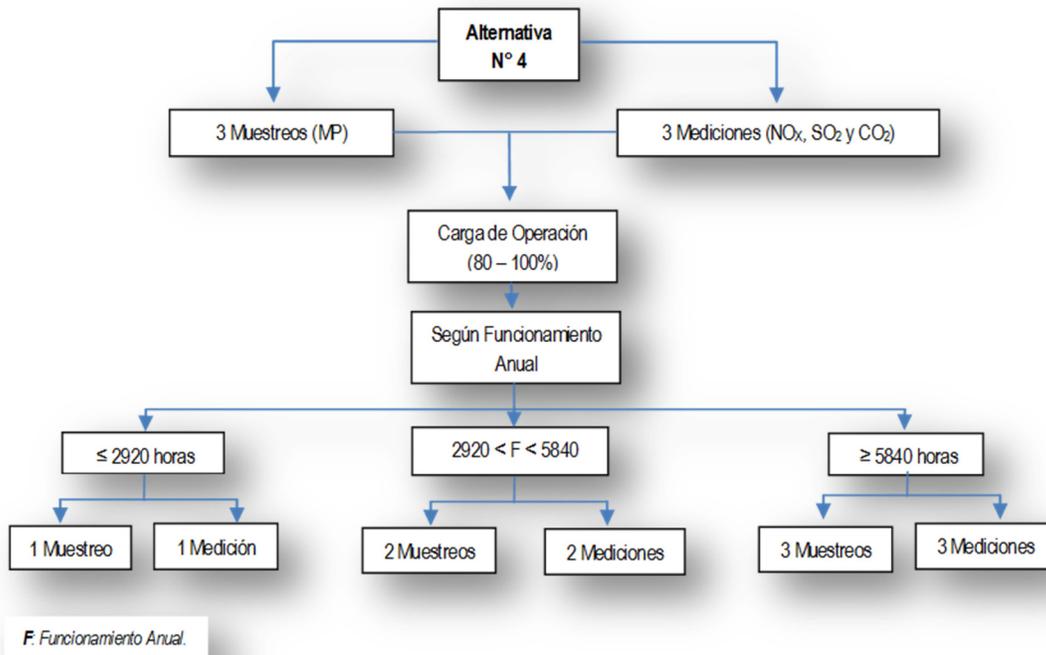


Figura 5 Esquema explicativo alternativa 4

5.4.2. Alternativa 5

Esta alternativa exige la realización de 2 muestreos (MP) y 2 mediciones (NO_x, SO₂ y CO₂) para cada nivel de carga (ver Figura 6) y para cada una de las fuentes emisoras que conforman el establecimiento, por año calendario, siendo el titular del establecimiento el que decidirá la fecha de cada uno de los muestreos y/o mediciones.

Los establecimientos que se encuentren sujetos a estacionalidad en su funcionamiento, deberán realizar los muestreos (MP) y las mediciones (CO₂, SO₂ y NO_x) de acuerdo a lo siguiente:

- Funcionamiento Anual Menor o Igual a 6 meses (4380 horas distribuidas en el año): Deberán realizar al menos 3 muestreos de MP y 3 mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂, es decir:
 - 1 Muestreo de MP para carga baja (30%-50%), 1 muestreo de MP para carga media (50%-70%) y 1 muestreo de MP para carga alta (70%-100%).
 - 1 Mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂ para carga baja, 1 medición para carga media y 1 medición para carga alta.
- Funcionamiento Anual mayor a 6 meses (4380 horas distribuidas en el año): Deberán realizar 6 muestreos de MP y 6 mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂, es decir:
 - 2 Muestréos de MP para carga baja (30%-50%), 2 muestreos de MP para carga media (50%-70%) y 2 muestreos de MP para carga alta (70%-100%).
 - 2 Mediciones de NO_x, SO₂ y CO₂ para carga baja, 2 mediciones para carga media y 2 mediciones para carga alta.

En la Figura 7, se presenta un esquema explicativo de esta alternativa de cuantificación.

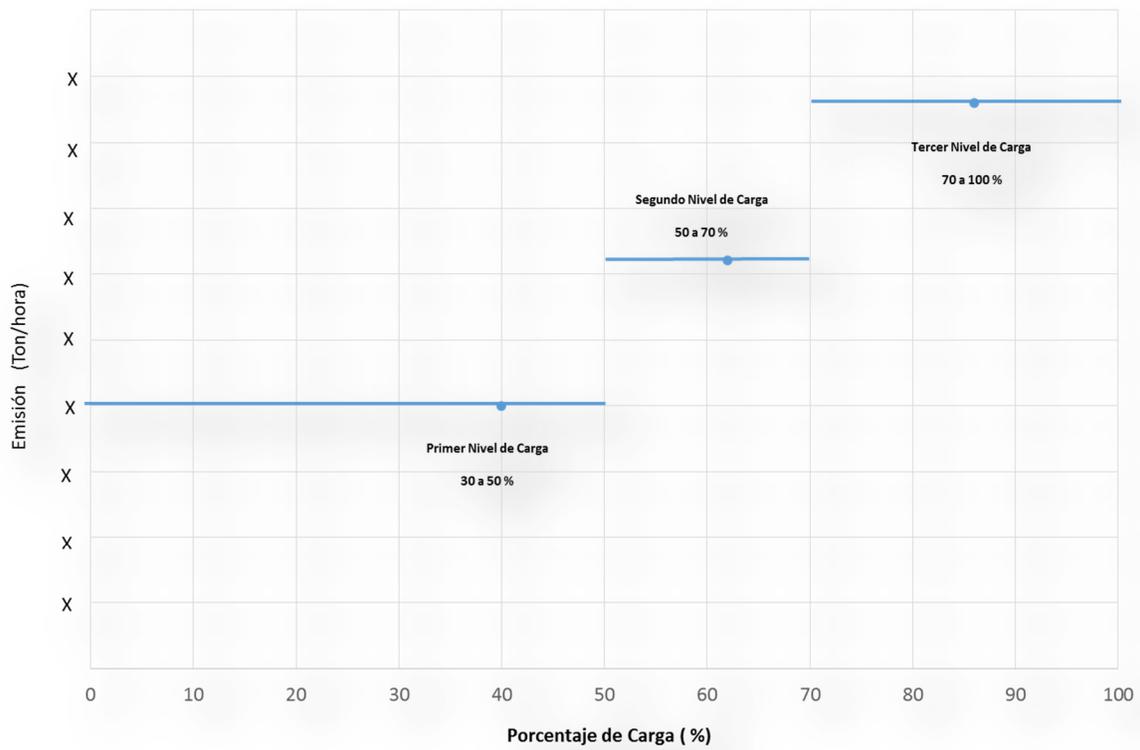


Figura 6. Niveles de carga para el muestreo y/o medición en alternativa 5

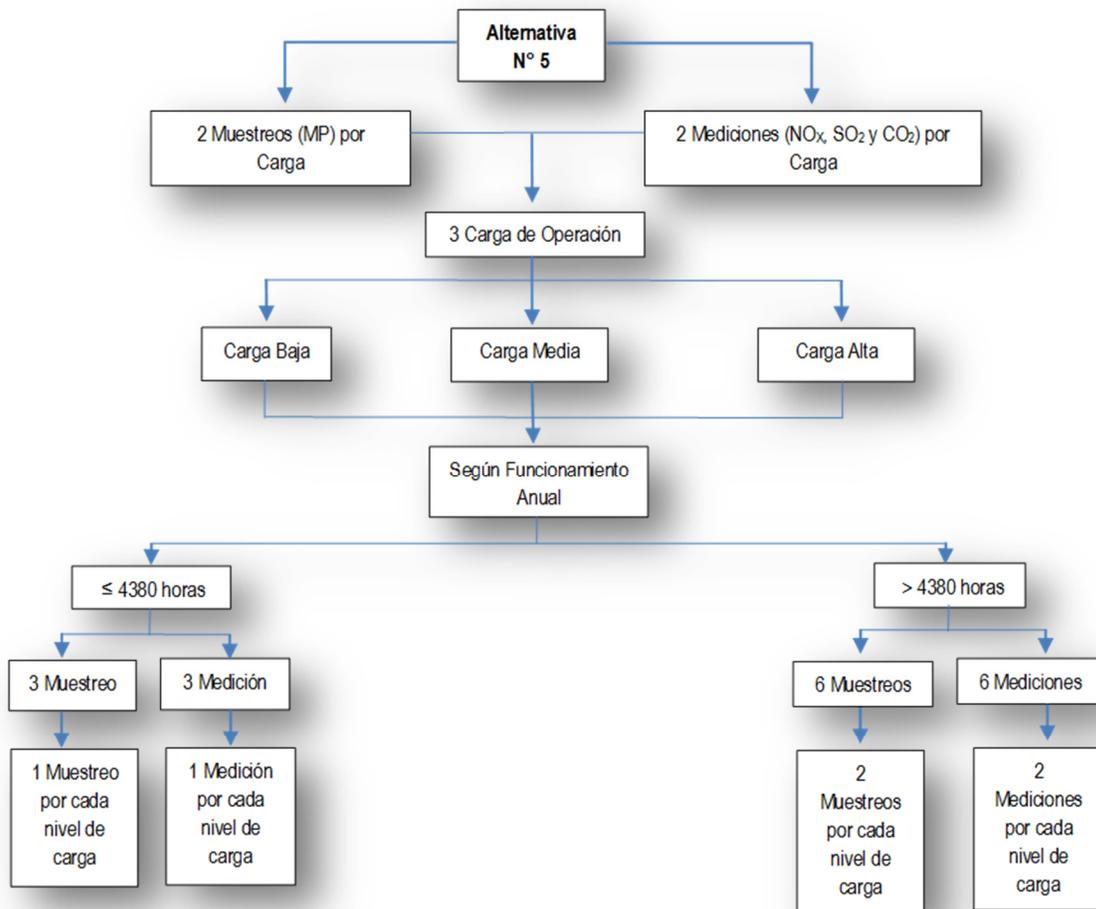


Figura 7. Esquema explicativo alternativa 5

Para aquellas fuentes que utilicen 2 combustibles (principal y secundario), y que opten por cuantificar las emisiones generadas con ambos combustibles mediante esta alternativa, deberán realizar los muestreos y mediciones exigidos utilizando el combustible principal, no obstante, se deberán realizar además 3 muestreos y 3 mediciones con el combustible secundario, para cada uno de los 3 rangos de operación de la fuente. Es decir, para el combustible secundario, se deberá realizar 1 muestreo y una medición para carga baja, una para carga media y una para carga alta. Sus resultados se utilizarán para extrapolar las emisiones en las horas de funcionamiento en que se utilice dicho combustible.

Para aquellos casos de fuentes que hayan sido autorizadas por esta Superintendencia a realizar 3 muestreos y mediciones (un muestreo de MP y una medición de gases para cada nivel de carga), deberán realizar lo siguiente:

- Para aquellas que funcionen con una frecuencia anual menor o igual a 4380 horas, deberán realizar los muestreos y mediciones sólo con el combustible principal, debiendo estimar las emisiones generadas con el combustible secundario (alternativas 6 u 7 propuestas en la Tabla 2 del Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780), a menos que se opte por realizar en forma adicional un muestreo y medición para el combustible secundario en cada nivel de carga.

Si existe algún impedimento técnico, para la realización de los muestreos y/o mediciones al combustible secundario, debidamente justificado e informado a esta Superintendencia, el establecimiento podrá cuantificar las emisiones utilizando la alternativa 6 o 7 (estimación).

5.5. CONDICIONES DE OPERACIÓN DURANTE EL MUESTREO O MEDICIÓN

Los muestreos y/o mediciones efectuados de acuerdo a cualquiera de las dos alternativas propuestas deberán considerar las siguientes indicaciones respecto a las condiciones de operación de la fuente emisora.

5.5.1. Condiciones de operación alternativa 4

Los muestreos y mediciones realizados con la frecuencia establecida en la sección 5.4.1, deberán ejecutarse bajo condiciones de capacidad máxima de funcionamiento de la fuente, teniendo en cuenta los parámetros de seguridad especificados de acuerdo al diseño de la fuente y confirmados por los parámetros físicos de su construcción. Esta capacidad de funcionamiento será considerada como plena carga de la fuente, lo que implica realizar los muestreos y/o mediciones como mínimo al 80% de la capacidad máxima de funcionamiento de la fuente.

En este contexto, será necesario establecer la potencia máxima de la caldera o turbina. Para esto, será obligatorio acreditar la capacidad máxima de funcionamiento de cada fuente, debiendo incluirse en la propuesta metodológica (ver Sección 7), alguno de los siguientes documentos:

- Para calderas, el informe Técnico Individual vigente de conformidad al D.S. 10/12 de 2 de marzo de 2012 del Ministerio de Salud que aprueba reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua (Producción de Vapor y/o Consumo de Combustible, según corresponda).
- Para turbinas, la capacidad de diseño informada por el fabricante.
- Para el caso, en que no sea posible presentar lo anterior, el titular deberá justificar técnicamente la capacidad máxima de la fuente.
- Si no es posible técnicamente, que la fuente opere a la capacidad según los puntos identificados anteriormente, el titular deberá justificar dicha capacidad a esta Superintendencia, la que podrá ser homologada como la capacidad máxima de funcionamiento de la fuente (100%).

Para las mediciones de gases continuos se deberán realizar en forma adicional mediciones de caudal de gases, al inicio, intermedio y término de la medición.

A continuación la Figura 8, la Figura 9 y la Figura 10 presentan 3 esquemas explicativos correspondientes a la Alternativa 4 de cuantificación de los parámetros MP, NO_x, SO₂ y CO₂, especificando según el periodo de funcionamiento, el número de muestreos y mediciones a realizar.

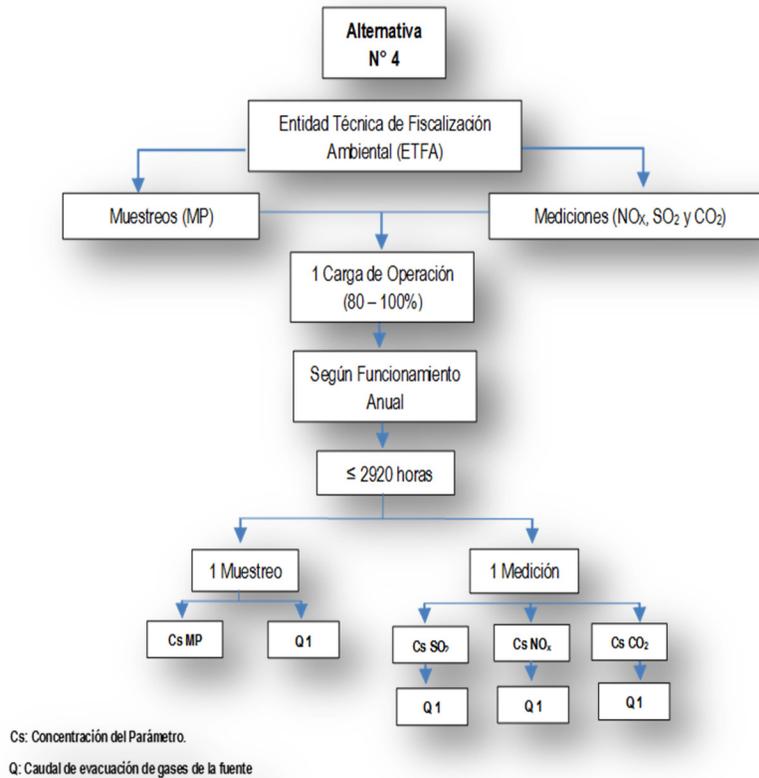


Figura 8. Esquema explicativo alternativa 4 para periodo de funcionamiento ≤ 2920 horas.

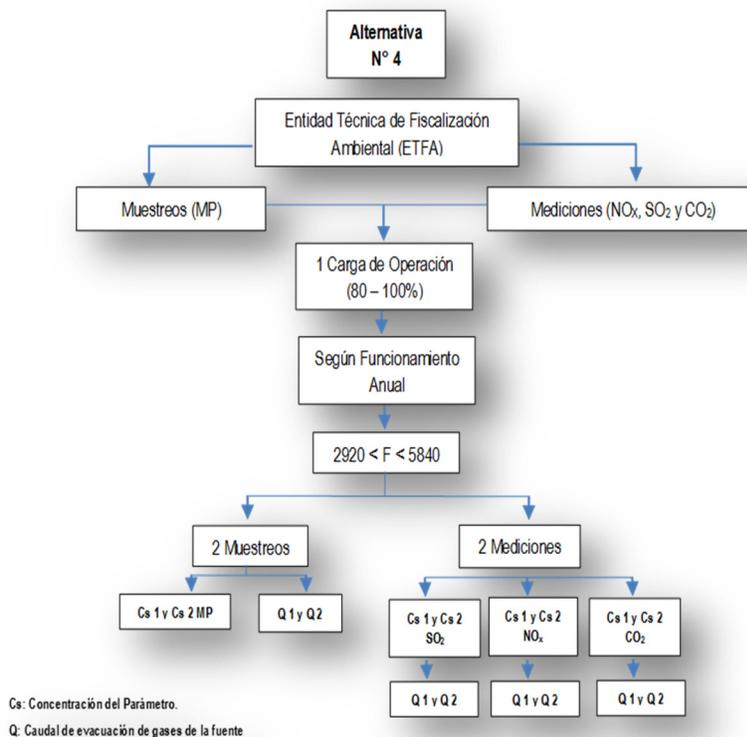


Figura 9. Esquema explicativo alternativa 4 para periodo de funcionamiento 2920 < F < 5840 horas.

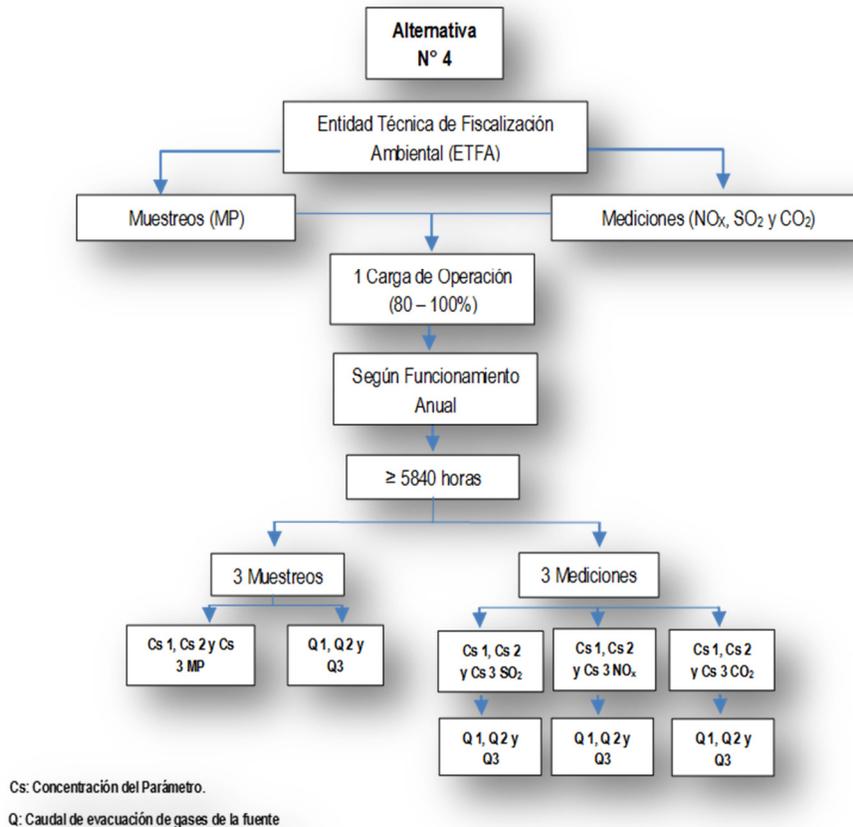


Figura 10. Esquema explicativo alternativa 4 para periodo de funcionamiento ≥ 5840 horas.

5.5.2. Condiciones de operación alternativa 5

Los muestreos y mediciones se deberán realizar con la frecuencia establecida en la sección 5.4.2. Estos deberán ejecutarse bajo 3 condiciones de carga operacional de la fuente (Carga baja, Carga Media y Carga Alta) en relación a su capacidad máxima de funcionamiento (100%), siempre teniendo en cuenta los parámetros de seguridad especificados de acuerdo al diseño de la fuente y confirmados por los parámetros físicos de su construcción.

En este contexto, será necesario establecer la potencia máxima de la caldera o turbina. Para esto, será obligatorio acreditar la capacidad máxima de funcionamiento de cada fuente, debiendo incluirse en la propuesta metodológica (ver Sección 7), alguno de los siguientes documentos:

- Para calderas, el informe Técnico Individual vigente según D.S. 10/12 del Ministerio de Salud, (Producción de Vapor y/o Consumo de Combustible, según corresponda).
- Para turbinas, la capacidad de diseño informada por el fabricante.
- Para el caso, en que no sea posible presentar lo anterior, el titular deberá justificar técnicamente la capacidad máxima de la fuente.
- Si no es posible técnicamente que la fuente opere a la capacidad según los puntos identificados anteriormente, el titular deberá justificar dicha capacidad a esta Superintendencia, la que podrá ser homologada como la capacidad máxima de funcionamiento de la fuente (100%).

La alternativa 5 busca obtener una cuantificación representativa de la emisión de cada parámetro afecto al gravamen, acorde a las condiciones de operación reales de la fuente, tomando en consideración que estas pueden no funcionar a plena capacidad (80 -100%) la mayor parte del año.

Las 3 condiciones de cargas operacionales en que deberán ser realizadas los muestreos y/o mediciones son:

- **Carga baja:** la fuente deberá trabajar a una carga operacional de funcionamiento **Baja**, es decir, la cuantificación de los parámetros se deberá realizar entre ≥ 30 y ≤ 50 % de carga en relación a la plena capacidad de funcionamiento (100%) y se deberán realizar 2 muestreos y 2 mediciones en esta carga⁴.
- **Carga media:** la fuente deberá trabajar a una carga operacional de funcionamiento **Media**, es decir, la cuantificación de los parámetros se deberá realizar entre > 50 y ≤ 70 % de carga en relación a la plena capacidad de funcionamiento (100%) y se deberán realizar 2 muestreos y 2 mediciones en esta carga.
- **Carga alta:** la fuente deberá trabajar a una carga operacional de funcionamiento **Alta**, es decir, la cuantificación de los parámetros se deberá realizar entre > 70 y ≤ 100 % de carga en relación a la plena capacidad de funcionamiento (100%) y se deberán realizar 2 muestreos y 2 mediciones en esta carga.

Para las mediciones de gases continuos se deberán realizar en forma adicional mediciones de caudal de gases, al inicio, intermedio y término de la medición.

A continuación en la Figura 11 y Figura 12 se presenta un esquema explicativo correspondiente a la Alternativa 5 de cuantificación, especificando según el periodo de funcionamiento, el número de muestreos y mediciones a realizar.

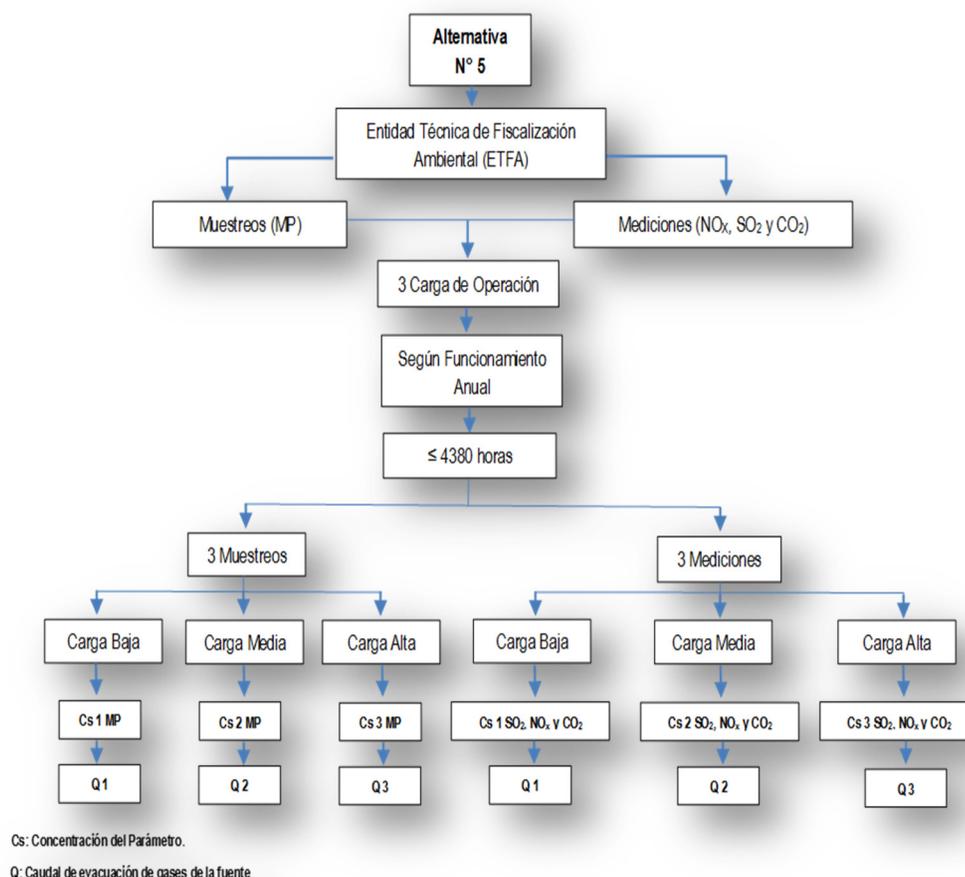


Figura 11. Esquema explicativo alternativa 5 para periodo de funcionamiento ≤ 4380 horas.

⁴ Esta carga de funcionamiento, es para la realización de los muestreos y mediciones requeridos. La cuantificación de las emisiones para el nivel de carga baja se realizará como se explica en la Figura 6 de este protocolo, es decir desde 30% a 50%.

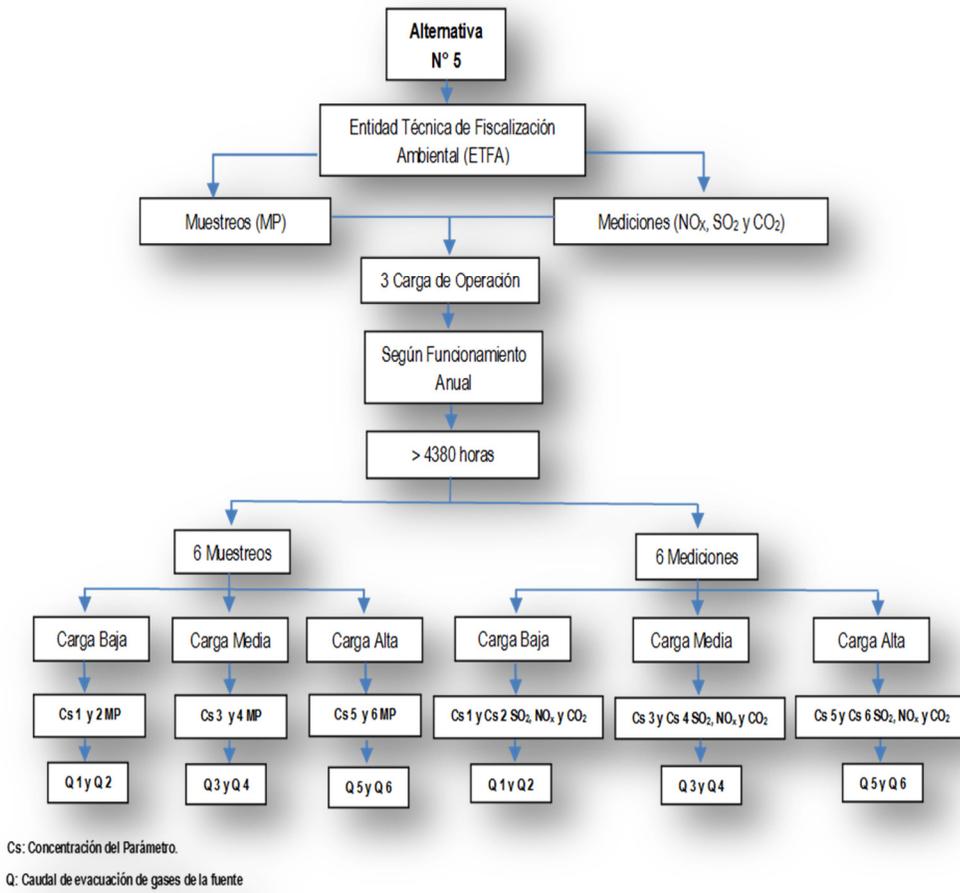


Figura 12. Esquema Explicativo alternativa 5 para periodo de funcionamiento > 4380 horas.

5.5.3. Consideraciones para el muestreo y/o medición.

A continuación se presentan las consideraciones para el muestreo del parámetro Material Particulado (MP) y la medición de los parámetros dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de carbono (CO₂).

Cabe destacar que un Muestreo de Material Particulado (MP) bajo método CH-5, se compone de 3 corridas para fuentes puntuales (caudal de gases igual o superior a 1000 m³/hr. estandarizado) y 2 corridas para fuentes grupales (caudal de gases inferior a 1000 m³/hr. estandarizado) y que una medición de gases (CO₂, SO₂ y NO_x) se compone de 3 horas continuas de medición para el caso de una fuente de tipo caldera industrial o calefacción y 4 horas continuas, para turbinas.

Los muestreos y mediciones exigidos por alguna reglamentación en particular, deberán seguir realizándose, y sólo se podrán utilizar sus resultados para efectos de la cuantificación del impuesto, si se cumple con la forma y modo en que será cuantificada la plena carga de la fuente, además de cumplir con los controles de calidad de los respectivos métodos de referencia utilizados. No obstante, si el titular de un establecimiento tiene la exigencia por algún ICA de realizar un mayor número de muestreos y/o mediciones al año que los contemplados en este instructivo, el titular (a través de la ETFA que realice los ensayo) deberá informar en el “aviso de muestreo y medición”⁵ si el ensayo se realizará para cumplir con la cuantificación de este impuesto en forma adicional al cumplimiento del ICA.

Los muestreos y mediciones se deberán realizar en el ducto principal de evacuación de gases a la atmósfera. Para aquellas fuentes que presenten más de un ducto de evacuación de gases o alguna configuración particular, el titular del establecimiento deberá informar a esta Superintendencia las características técnicas de la fuente, y presentar una propuesta metodológica, de tal forma de definir los criterios para la realización de los muestreos y mediciones exigidos, asegurando la correcta cuantificación de las emisiones anuales.

Para aquellos casos en que dos fuentes estén afectas a declarar el impuesto y que compartan un ducto de evacuación de gases con un sistema de abatimiento en común, individual o sin sistema de abatimiento, o para aquellos casos en que una fuente esté afecta al pago de impuesto y que comparta un ducto de evacuación de gases con una fuente no afecta, con un sistema de abatimiento en común, individual o sin sistema de abatimiento, el titular podrá acogerse a alguna de las siguientes alternativas:

- Modificar el sistema, para dejar de forma independiente un ducto de evacuación de gases por fuente, pudiendo optar por la alternativa 4 o la Alternativa 5.
- Detener una de las fuentes, para así realizar los muestreos y mediciones a cada fuente en forma independiente, sin la intervención de la otra. De esta forma, cuantificando las horas de funcionamiento o el nivel de carga de cada una de las fuentes, se podrán cuantificar las emisiones a través de la alternativa 4 o 5, respectivamente.
- Realizar un bypass con el objetivo de individualizar el flujo de gases de cada una de las fuentes para la realización de los muestreos y mediciones. De esta forma, cuantificando las horas de funcionamiento o el nivel de carga de cada una de las fuentes, se podrán cuantificar las emisiones a través de la alternativa 4 o 5, respectivamente.
- Cualquier otra alternativa propuesta y justificada por el titular.

La aplicación de los métodos de referencia para la cuantificación de los diferentes parámetros deberá cumplir en todo momento con los controles de calidad exigidos por los mismos. Cabe destacar, que si dichos controles, no cumplen con lo estipulado en los respectivos métodos de referencia, el titular deberá repetir el muestreo y/o medición antes de ingresar dichos informes a esta Superintendencia. La repetición de los muestreos y/o mediciones deberán cumplir con lo estipulado en el punto 5.2.

⁵ De acuerdo a Res. 914/2016 SMA

5.5.4. Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA)

Los establecimientos deberán realizar las actividades de muestreo, medición y/o análisis con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente para los alcances específicos.

Estas entidades, junto con los inspectores ambientales autorizados por la SMA, deberán regirse en su actuar por el reglamento D.S. N° 38/2013 del Ministerio del Medio Ambiente que “Aprueba el Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente”, o aquel que lo reemplace.

Asimismo, las ETFA autorizadas deberán seguir los requisitos generales de operación establecidos en el documento “Instrucción de Carácter General para la Operatividad de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA), EFTA-INS-01”, publicado por esta Superintendencia mediante Resolución Exenta N° 1.194 del 18 de diciembre del 2015, o aquella que la reemplace, y por toda aquella instrucción dictada por la SMA al respecto.

Las ETFA que participen en los muestreos, mediciones y análisis de los contaminantes afectos al impuesto, deberán regir su actuar específico bajo Res. 914/2016 SMA, o aquella que la reemplace o actualice, donde se presentan las especificaciones técnicas para las ETFAS autorizadas por esta Superintendencia, destacando los siguientes puntos:

- Equipos, instrumentos y accesorios
- Aviso de muestreo y medición⁶
- Criterios de almacenamiento y conservación de muestras de material particulado
- Informes de resultados
- Entre otros.

La ETFA encargada de la realización de los muestreos y/o mediciones, deberá proporcionar en el respectivo informe de resultados, toda la información necesaria que permita demostrar que la forma y modo de cuantificación de la plena carga (ruta de cálculos) y o de las cargas variables fue la correcta técnicamente y es la que se adapta a la propuesta presentada por el titular del establecimiento a esta Superintendencia.

5.6. ACREDITACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD ANUAL

Para acreditar el nivel de actividad de la(s) fuente(s) durante la operación anual, los establecimientos que escojan las alternativas 4 o 5, para uno, alguno, o todos los parámetros regulados, deberán tener presente las siguientes consideraciones por tipo de combustible:

5.6.1. Alternativa 4

El establecimiento deberá cuantificar las horas de funcionamiento a través de un horómetro digital, sellado e inviolable, sin vuelta a cero, para cada fuente, pudiendo presentar sistemas equivalentes de cuantificación, como por ejemplo, sistemas DAHS. Adicionalmente podrá presentar el registro del consumo de combustible, medido de acuerdo a las indicaciones establecidas en la Sección 5.6.3, producción de vapor y/o potencia, de tal forma de contar con un respaldo del estado de funcionamiento de la fuente.

⁶ Los avisos de Muestreo y Medición a realizar bajo “Impuesto Verde”, deberán ser enviados siguiendo con las directrices de la Res. 914/2016 SMA.

5.6.2. Alternativa 5

El establecimiento deberá medir la carga real de funcionamiento horaria (baja, media o alta) y con esa información calcular las emisiones anuales. Para esto se establece que todas las fuentes que se acojan a la alternativa 5 deberán presentar el registro de carga horaria, como mínimo (nivel de acreditación 1). Adicionalmente, por tipo de fuente, se podrá incluir el reporte de:

i. Para calderas de vapor

El establecimiento podrá presentar el registro de la producción de vapor horaria, de la caldera, medido por flujómetro de agua o vapor de agua u otro sistema.

ii. Para turbinas

El establecimiento podrá presentar el registro horario de potencia de generación, medido por el sistema instrumental (operación de la turbina).

Para el caso en que el establecimiento cuente con un proyecto de instrumentación autorizado y vigente por alguna SEREMI de Salud u otro organismo competente, que permita cuantificar las horas de funcionamiento y/o los consumos de combustibles y/o producción de vapor, podrá ser utilizado como método para cuantificar la carga horaria.

Sin perjuicio de lo anterior, los establecimientos que escojan la alternativa 5, opcionalmente podrán instalar un horómetro, bajo las mismas condiciones mencionadas en la sección 5.6.1 como medida de chequeo o respaldo.

5.6.3. Acreditación del consumo de combustible y periodo de cuantificación

Los establecimientos que se acojan a la alternativa 4 y/o 5, podrán acreditar su consumo de combustible, a través de uno o más flujómetros, o usando cubicaciones, balances y/o registros de compra (facturas), entre otros. Así mismo, será posible reportar el consumo de combustible con una frecuencia de cuantificación diferente a la horaria, para uno o todos los combustibles utilizados.

Para esto podrán utilizar las siguientes opciones:

- Flujómetro en el estanque que alimenta a las distintas fuentes, para luego prorratear el consumo en cada una de estas.
- Flujómetro dedicado para cada fuente.
- Ejecutar procedimientos para medir en estanques de almacenamiento los niveles de combustible al inicio y término del período.
- Facturas y registros de compras.
- Estimar con las dimensiones del sistema de alimentación y el registro de la velocidad de alimentación de combustible.
- Pesajes regulares del combustible sólido, y cubicaciones.
- Balances, a través de mediciones del stock inicial, ingresos, consumo, stock final, origen del combustible, tipo de combustible, fecha de compra, etc.
- Valores de consumo de combustible en base a la producción de vapor.
- Cualquier otra metodología propuesta y justificada por el titular.

El consumo de combustible podrá reportarse en alguna de las siguientes frecuencias:

- Horaria.
- Diaria.
- Semanal.
- Mensual.
- Trimestral.

Para el caso en que la fuente utilice un combustible principal y un combustible secundario, el sistema a implementar y mantener deberá ser capaz de identificar el tipo de combustible con el cual se esté operando.

En relación al uso de flujómetros, el titular del establecimiento deberá demostrar el correcto funcionamiento de su o sus instrumentos, basándose en las siguientes alternativas (todas estas deberán realizarse con una frecuencia mínima de dos años):

- Realizar pruebas de exactitud de cada medidor de flujo de combustible, donde cada establecimiento podrá definir su frecuencia.
- Procedimientos normalizados de revisión de equipos, realizando calibraciones y ajustes conforme a diversas normas aplicadas a la mantención de estos instrumentos, para verificar su correcto funcionamiento.
- El titular de la fuente podrá realizar un contraste directo o indirecto del instrumento medidor de flujo de combustible y un instrumento patrón. Esto deberá ser realizado por una entidad externa, pudiendo ser referida a los parámetros del certificado de origen o a una calibración realizada por un laboratorio acreditado.
- Presentar en su propuesta de cuantificación, otras formas respaldadas técnicamente de asegurar el correcto funcionamiento de sus instrumentos.

6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE EMISIÓN ANUAL

A continuación se presenta el detalle de los cálculos generales, que se aplicaran para la cuantificación de las emisiones, por cada alternativa.

6.1. ALTERNATIVA 4

Para la cuantificación de los parámetros Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Carbono (CO₂), por cada tipo de combustible, el titular deberá reportar los resultados considerando lo siguiente:

- a) Los valores de la concentración de parámetro Material Particulado promedio de los 3 muestreos en (mg/m³N) se deberán multiplicar por el valor del caudal de gases promedio de los 3 muestreos en (m³N/h), para obtener una emisión promedio de MP en (mg/h)

$$E_{hora} = CS_{prom} \left(\frac{mg}{m^3N} \right) \times Q_{prom} \left(\frac{m^3N}{h} \right)$$

Donde:

E_{hora} : Emisión de MP en (mg/h).

CS_{prom} : Concentración de MP promedio de los 3 muestreos realizados (mg/m³N).

Q_{prom} : Caudal de Gases promedio de los 3 muestreos realizados (m³N/h).

- b) Una vez obtenido este valor promedio de material particulado (mg/hr), se deberá multiplicar por el total de las horas de funcionamiento anuales de la fuente para obtener un valor en unidades de (mg/año).

$$E_{año} = E_{hora} \left(\frac{mg}{h} \right) \times H_{funcionamiento} \left(\frac{h}{año} \right)$$

Donde:

$E_{año}$: Emisión de MP en $\left(\frac{mg}{año} \right)$

E_{hora} : Emisión de MP en $\left(\frac{mg}{h} \right)$

$H_{funcionamiento}$: Horas Funcionamiento Anual $\left(\frac{h}{año} \right)$

- c) Luego el valor en (mg/año) deberá ser dividido por los mg contenidos en 1 tonelada (1 tonelada = 1.000.000.000 mg) obteniendo finalmente el valor de emisión en unidades de (Ton/año).

$$E_{\text{año total}} = E_{\text{año}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{año}} \right) / 1.000.000.000 \left(\frac{\text{ton}}{\text{mg}} \right)$$

Donde:

$E_{\text{año total}}$: Emisión de MP en $\left(\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right)$

$E_{\text{año}}$: Emisión de MP en $\left(\frac{\text{mg}}{\text{año}} \right)$

Factor Conversión: 1.000.000.000 $\left(\frac{\text{ton}}{\text{mg}} \right)$

- d) La determinación de la emisión anual para los parámetros Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Carbono (CO₂) promedio de las 3 mediciones, deberán seguir la misma ruta de cálculo de las letras a), b), c) anteriormente expuestas.
- e) Para el caso del CO₂, se deberá transformar el valor de % a ppm antes de proceder con los cálculos indicados anteriormente. Para ello, se deberá dividir el % de CO₂ obtenido de los métodos de referencia, por el valor que corresponde a 1 ppm (1 ppm = 0,0001%).
- f) Cabe destacar, que para aquellas fuentes que presenten un funcionamiento anual menor o igual a 4 meses (sección 5.4.1), los cálculos indicados en la letra a) se deberán realizar sólo con 1 valor de concentración de MP y 1 valor para cada parámetro obtenido NO_x, SO₂ y CO₂ de la medición realizada.
- g) Para aquellas fuentes que presenten un funcionamiento anual mayor a 4 meses y menor a 8 meses (sección 5.4.1), los cálculos se deberán realizar con el promedio de los 2 valores de concentración de MP y con el promedio de las 2 mediciones realizadas para NO_x, SO₂ y CO₂.

6.2. ALTERNATIVA 5

Para la cuantificación de los parámetros asociados a cada rango de operación de la fuente para los parámetros Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Carbono (CO₂), por cada tipo de combustible, el titular deberá reportar los resultados considerando lo siguiente:

- a) Los valores del parámetro Material Particulado de cada uno de los 2 muestreos por rango en (mg/m³N) se deberán multiplicar por el valor del caudal de gases de cada uno de los 2 muestreos por rango en (m³N/h), para obtener una emisión de MP en (mg/h) por cada rango de carga de la fuente (niveles de carga Baja, Media y Alta)

$$E_{\text{hora carga (x)}} = C_{S_{\text{prom carga (x)}}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3\text{N}} \right) \times Q_{\text{prom carga (x)}} \left(\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{h}} \right)$$

Donde:

$E_{\text{hora carga (x)}}$: Emisión de MP Carga (x) en $\left(\frac{\text{mg}}{\text{h}} \right)$

$C_{S_{\text{prom carga (x)}}}$: Concentración promedio de los 2 muestreos de MP realizados en Carga (x) $\left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3\text{N}} \right)$

$Q_{\text{prom carga (x)}}$: Caudal de Gases promedio de los 2 muestreos realizados en Carga (x) $\left(\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{h}} \right)$

Con (x) correspondiendo al nivel de carga, pudiendo ser baja, media y alta.

- b) Una vez obtenido este valor promedio de material particulado (mg/h) para cada nivel de carga, se deberán multiplicar dichos valores por el total de horas anuales en que la fuente funciona en cada nivel de carga (h/año), para así abarcar todas las horas de funcionamiento de la fuente y extrapolar la emisión por cada uno de estos niveles.

$$E_{\text{año carga}}(x) = E_{\text{hora carga}}(x) \left(\frac{mg}{h} \right) \times H_{\text{funcionamiento carga}}(x) \left(\frac{h}{\text{año}} \right)$$

Donde:

$E_{\text{año carga}}(x)$: Emisión de MP en Carga (x) $\left(\frac{mg}{\text{año}} \right)$.

$E_{\text{hora carga}}(x)$: Emisión de MP en Carga (x) $\left(\frac{mg}{h} \right)$.

$H_{\text{funcionamiento carga}}(x)$: Horas Funcionamiento Anual en nivel de Carga (x) $\left(\frac{h}{\text{año}} \right)$.

Con (x) correspondiendo al nivel de carga, pudiendo ser baja, media y alta.

- c) Luego el valor en (mg/año) deberá ser dividido por los mg contenidos en 1 tonelada (1 tonelada = 1.000.000.000 mg) obteniendo finalmente el valor de emisión para cada nivel de carga en unidades de (Ton/año).

$$E_{\text{anual carga}}(x) = E_{\text{año carga}}(x) \left(\frac{mg}{\text{año}} \right) / 1.000.000.000 \left(\frac{ton}{mg} \right)$$

Donde:

$E_{\text{anual carga}}(x)$: Emisión de MP en Carga (x) en $\left(\frac{ton}{\text{año}} \right)$

$E_{\text{año carga}}(x)$: Emisión de MP en Carga (x) en $\left(\frac{mg}{\text{año}} \right)$

Con (x) correspondiendo al nivel de carga, pudiendo ser baja, media y alta.

- d) Por lo tanto, la emisión total anual de la fuente se obtiene de la siguiente forma (ton/año):

$$E_{\text{anual total}} = E_{\text{anual c.baja}} \left(\frac{ton}{\text{año}} \right) + E_{\text{anual c.Medial}} \left(\frac{ton}{\text{año}} \right) + E_{\text{anual c.Altal}} \left(\frac{ton}{\text{año}} \right)$$

Donde:

$E_{\text{anual c.baja}}$: Emisión anual de MP en carga baja $\left(\frac{ton}{\text{año}} \right)$

$E_{\text{anual c.Medial}}$: Emisión anual de MP en carga media $\left(\frac{ton}{\text{año}} \right)$

$E_{\text{anual c.Altal}}$: Emisión anual de MP en carga alta $\left(\frac{ton}{\text{año}} \right)$

- e) La determinación de la emisión anual de los parámetros Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Carbono (CO₂), deberán seguir la misma ruta de cálculo de las letras a), b), c) y d) anteriormente expuestas.
- f) Para el caso del CO₂, se deberá transformar el valor de % a ppm antes de proceder con los cálculos indicados anteriormente. Para ello, se deberá dividir el % de CO₂ obtenido por el valor que corresponde a 1 ppm (1 ppm = 0.0001%).
- g) Cabe destacar, que para aquellas fuentes que presenten un funcionamiento anual menor o igual a 6 meses (sección 5.4.2), los cálculos indicados en la letra a) se deberán realizar sólo con 1 valor de concentración de MP y 1 valor para cada parámetro obtenido NO_x, SO₂ y CO₂ para cada una de las cargas de funcionamiento de la fuente.

7. CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Los establecimientos, que se acojan a la alternativa 4 o 5⁷, deberán presentar a esta Superintendencia para su autorización, una propuesta metodológica para la cuantificación de los parámetros afectos al pago de impuestos, de acuerdo a lo indicado en la sección 9 del Instructivo para la cuantificación de las emisiones de fuentes fijas afectas al impuesto del artículo 8° de la Ley N° 20.780. Además, para el caso de las alternativas 4 y 5 se deberá considerar, según corresponda, lo siguiente:

- Identificación de las fuentes del establecimiento que utilizarán la alternativa 4 o 5 para uno, alguno o todos los parámetros a medir y por tipo de combustible utilizado.
- Descripción sistemas de abatimiento de emisiones, cuando corresponda.
- Identificación de tipo o tipos de combustibles, consumos de combustibles nominales de las fuentes y capacidad máxima de funcionamiento de la fuente.
- La metodología que se aplicará para la medición de horas de funcionamiento (alternativa 4) y del nivel de carga (alternativa 5), para la o las diferentes fuentes del establecimiento, identificando equipos que se utilizarán, equipos de respaldo, variables adicionales de medición, según corresponda, entre otros.
- Forma y modo en que será cuantificada la carga de funcionamiento de la fuente durante los muestreos y mediciones, para la alternativa 4 o la alternativa 5, de acuerdo al punto 5.6.1, o 5.6.2.
- Informar en caso que la fuente se encuentre sujeta a estacionalidad de funcionamiento.
- Informar cuando exista alguna configuración particular en el ducto de evacuación de los gases de combustión, ya sea cuando, por ejemplo, presenten más de un ducto, o una fuente comparta el mismo ducto con otra, proponiendo la metodología de cuantificación a implementar.
- Informar forma y modo en que será almacenada la información que permite construir el cálculo de emisión.
- Cualquier otro antecedente que sea necesario para evaluar la propuesta metodológica de cuantificación de emisiones.

⁷ Y que no cuenten con una metodología de cuantificación aprobada previamente.