

PARTE 6: ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN Y CONDUCTO DE GASES QUEMADOS

INDICE

1. OBJETO.....	3
2. CONOCIMIENTOS BÁSICOS.....	3
2.1. Productos de la combustión o humos.....	3
2.2. Tiro en el conducto de evacuación de los productos de la combustión.....	4
2.3. Ambiente del local.	4
3. FACTORES QUE AFECTAN LA GENERACIÓN DE CO.....	5
3.1. Mala combustión por anomalías en el aparato de gas.....	5
3.2. Defecto de tiro por anomalías en el conducto de evacuación.....	5
3.3. Inversión del tiro por revocos.	5
4. ANÁLISIS DEL CO AMBIENTE.....	5
5. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.....	7
6. DETERMINACIÓN DEL TIRO.....	8
7. INTERPRETACIÓN DEL TICKET.....	9
8. ANALIZADORES DE GASES.....	11
8.1. Consideraciones previas.	11
8.2. Unidades de medida de concentraciones.	11
8.3. Analizadores de CO/CO ₂ en aire ambiente.....	11
8.4. Analizadores de los productos de la combustión.....	11
8.5. Características generales y funcionales de uso.....	13
ANEXO A 16	
ANEXO B 25	

1. OBJETO.

El objeto de la realización del análisis de los productos de la combustión es controlar los siguientes parámetros:

- Monóxido de carbono no diluido en los productos de la combustión (CO no diluido en los PdC). El nivel de riesgo del CO en los PdC es mayor en los aparatos de tipo abierto (tipo B), que en los aparatos de tipo estanco (tipo C).
- Resto de parámetros de la combustión (CO_2 , O_2 , exceso de aire, etc).

Como sabemos, el CO es un gas nocivo para la respiración, que al ser inhalado produce intoxicaciones.

La ventilación de los locales (entrada de aire y evacuación de los productos de la combustión), deberá garantizar un valor de monóxido de carbono en ambiente prácticamente despreciable, siempre por debajo de los valores máximo permitidos.

2. CONOCIMIENTOS BÁSICOS.

2.1. Productos de la combustión o humos.

Productos en estado gaseoso (CO_2 , H_2O , N_2 , O_2 y CO), normalmente a temperaturas superiores a 80°C , resultado de la combustión del gas con el aire (figura 1).

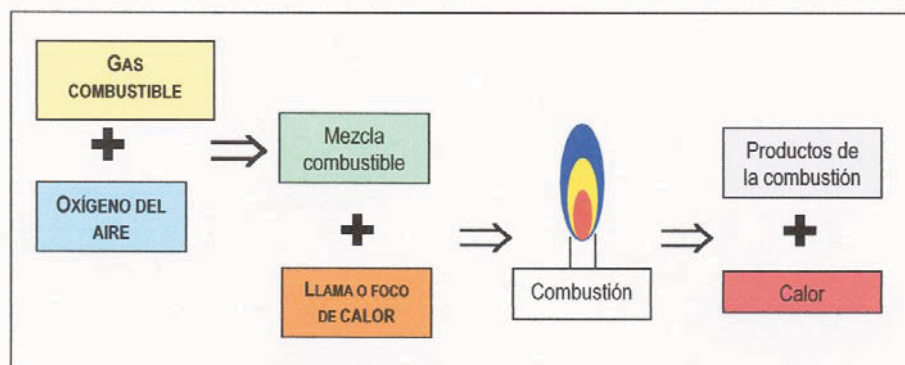


Figura 1 Producción de la combustión

Es importante destacar que una correcta combustión producirá un porcentaje de CO en los productos de la combustión muy bajo. Sin embargo, si la combustión no es correcta, se pueden producir valores no aceptables de CO no diluido en los productos de la combustión (figura 2).



Combustión correcta



Combustión incorrecta.

Figura 2

2.2. Tiro en el conducto de evacuación de los productos de la combustión.

Depresión que se crea entre los extremos de un conducto de evacuación, por efecto de la temperatura y menor densidad de los productos de la combustión respecto al aire exterior, que hace que los mismos puedan circular a través de dicho conducto hacia el exterior.

Es importante destacar que los PdC solo pueden circular en sentido ascendente, por ello los conductos deben ser siempre ascendentes, para evitar que dichos productos puedan acumularse en las viviendas.

2.3. Ambiente del local.

El aire del local debe permanecer en condiciones higiénicas, lo que supone un nivel de CO en ambiente inexistente o muy bajo.

Para conseguir esto, según el tipo de aparato, debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Aparatos **tipo A** (aparato abierto sin conducto de salida de PdC): Se deberá tener una adecuada sección de entrada de aire y sección de ventilación.
- Aparatos **tipo B** (aparato abierto con conducto de evacuación de PdC): Se deberá tener una adecuada sección de entrada de aire y el conducto de ventilación tendrá sección y trazado adecuado (preferentemente vertical ascendente o con pendiente adecuada).
- Aparatos **tipo C** (aparato estanco): Se deberá realizar una adecuada inspección del conducto de aspiración y salida de los productos de la combustión.

3. FACTORES QUE AFECTAN LA GENERACIÓN DE CO.

Los factores que afectan al funcionamiento de la combustión, pudiendo obtener como resultado una excesiva producción de CO, son los siguientes:

3.1. Mala combustión por anomalías en el aparato de gas.

- Exceso de potencia del aparato: exceso de consumo de gas de un aparato, mal regulado, que ocasiona un exceso de volumen de productos de la combustión, un incremento de la temperatura de los mismos, y que puede ocasionar un aumento del nivel de CO en los productos de la combustión.
- Suciedad en el quemador o en los conductos de mezcla aire-gas.
- Suciedad en el intercambiador.
- Defecto de aire primario en la mezcla gas-aire.
- Defecto de aire secundario en la combustión.

3.2. Defecto de tiro por anomalías en el conducto de evacuación.

Evacuación insuficiente de los productos de la combustión, debido a ciertas anomalías existentes en el conducto, ya sea por su trazado inadecuado, diámetro inferior al adecuado, etc.

3.3. Inversión del tiro por revocos.

Efecto puntual o más o menos continuado de defecto de tiro, producido por revocos.

4. ANÁLISIS DEL CO AMBIENTE.

Debe comprobarse el nivel de CO en ambiente del local que contienen los aparatos a gas, para verificar que no existe acumulación de los productos de la combustión y CO en las viviendas.

La comprobación del revoco se debe realizar cuando existan aparatos de tipo B de tiro natural. No será necesaria en el caso de aparatos de este tipo instalados en recintos considerados como zona exterior.

La comprobación de la concentración de CO-ambiente se debe realizar cuando existan vitrocerámicas a gas de fuegos cubiertos o aparatos suspendidos de calefacción por radiación de tipo A.

La comprobación del revoco y la medición de la concentración de CO-ambiente se deben realizar con las puertas y ventanas del local cerradas y con la campana extractora, si existe, apagada.

La comprobación del revoco se debe realizar mediante un sistema adecuado, debiendo considerarse como anomalía principal AP-1 cuando se detecten revocos continuados.

La medición del CO-ambiente, cuando se trate de instalaciones de uso doméstico, se debe realizar poniendo en marcha el aparato a gas en régimen estacionario y, en el caso de aparatos de tipo B de tiro natural, a la máxima potencia.

Se pondrán los aparatos en funcionamiento en su posición de máxima potencia (figura 3) y se dejarán pasar 5 minutos para que los productos de la combustión alcancen su temperatura de régimen, debiendo tener en cuenta lo siguiente:



Figura 3 Puesta a máxima potencia de los aparatos

- En calderas mixtas se pondrá el mando en la posición ACS (agua caliente sanitaria), seleccionando la temperatura máxima a través del termostato del aparato y consiguiendo el máximo caudal de agua. Para calderas sólo calefacción, se pondrá la misma a máxima potencia, es decir a la máxima temperatura posible.
- Para calentadores o calderas mixtas con regulación modulante del quemador, se ha de garantizar que el aparato no module durante la prueba, abriendo al menos dos puntos de suministro de agua a su máximo caudal. Si esto no es posible, se tomarán muestras del contenido de CO antes de que el aparato empiece a modular la llama, manteniendo el analizador como mínimo durante 15 segundos.
- Para encimeras vitrocerámicas, se realizará una prueba por cada inyector **a la máxima potencia** y otra por quemador, es decir en un quemador con dos inyectores (núcleo interior y exterior) se realizarán 3 pruebas.
- Simultáneamente se preparará y se pondrá en marcha el analizador de productos de la combustión y el de CO ambiente, si es el caso, para la realización de las comprobaciones.

Transcurridos cinco minutos desde la puesta en marcha del aparato a gas o el tiempo mínimo necesario para conseguir el régimen estacionario sin que se produzca la modulación en aquellos aparatos provistos de esta función, se mide la concentración de CO-ambiente del local mediante un analizador adecuado que se sitúe aproximadamente a 1 m del aparato y 1,80 m de altura.

Dejar funcionando el analizador de CO_{AMB} y el de tiro del conducto de evacuación, si es el caso durante 5 minutos, al cabo de los cuales se tomara la lectura (figura 4).



Figura 4 Medición de CO ambiente

Cuando se trate de aparatos suspendidos de calefacción por radiación de tipo A se debe realizarse según el procedimiento descrito en el anexo B.

En ambos casos se deben aplicar los siguientes criterios:

- Se considera como anomalía principal AP-1 cuando la concentración de CO-ambiente sea superior a 50 ppm.
- Se considera como anomalía secundaria AS-1 cuando la concentración de CO-ambiente se encuentre entre 15 y 50 ppm.
- Se considera correcto si la concentración de CO-ambiente es menor de 15 ppm.

Cuando existan vitrocerámicas a gas en un local, la comprobación de su funcionamiento se debe realizar por medición del CO ambiente, con la campana extractora, si hubiere, en posición de apagado.

Si un local contiene varios aparatos a gas de tipo B de tiro natural o vitrocerámicas, la comprobación se realiza de forma conjunta, poniendo en funcionamiento simultáneo todos los aparatos. Se determina cual es el aparato que produce el exceso de CO.

5. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

El análisis de los productos de la combustión es una comprobación de especial importancia para asegurar una correcta combustión, y así detectar las combustiones con **exceso de CO, perjudicial para la seguridad de las personas y perjudicial** para el medio ambiente.

En el proceso de control periódico de los aparatos, se realiza una comprobación de la combustión de los quemadores de aparatos a gas de tipo B, tanto de tiro natural como de tiro forzado, así como de los quemadores de encimeras vitrocerámicas de fuegos cubiertos y de los generadores de aire caliente que, independientemente de su consumo calorífico nominal, cumplen con los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 525, mediante un analizador de combustión adecuado. Esta comprobación se debe realizar con las puertas y ventanas del local cerradas.

Para determinar sobre los productos de la combustión cuál es la concentración de monóxido de carbono (CO) corregido no diluido, salvo en el caso de los generadores de aire caliente conformes a la Norma UNE-EN 525, que por su propia concepción, éste se toma ya diluido se debe seguir el procedimiento descrito en el anexo A y con la campana extractora, si existiera, apagada.

Se considera que la combustión es no higiénica (anomalía principal AP-2) cuando la concentración de monóxido de carbono corregido en los productos de la combustión (CO-PdC) supere el valor de 1000 ppm, excepto para el caso de los generadores de aire caliente conformes a la Norma UNE-EN 525, en que se considera esta circunstancia cuando el valor de CO obtenido y corregido supere el que establece dicha norma.

Se considera que la combustión es deficiente (Anomalía Secundaria AS-6) cuando la concentración de monóxido de carbono corregido obtenida en los productos de la combustión (CO-PdC) sea superior a 500 ppm e inferior o igual a 1.000 ppm.

Para la puesta en marcha por primera vez de un aparato no se podrá realizar la puesta en marcha del mismo con valores iguales o superiores a 500 ppm

Otros parámetros y valores de referencia a tener en el análisis de los productos de la combustión son los siguientes:

- **Temperatura de los productos de combustión:** para calderas su valor debe ser mayor o igual a 80°C, para calentadores debe ser de alrededor o superior a 110°C. **Para calderas de condensación suelen ser valores inferiores a 60°C**
- **Contenido de oxígeno en los productos de combustión (O_2 en %):** su valor debe ser entre 5 y 12, lo más apropiado se considera entre 8 y 10.
- **CO_2 en productos de combustión:** inferior al 10%.
- **CO no diluido o CO corregido o CO concentrado:** este valor no lo mide directamente la sonda del equipo, sino que es resultado de los cálculos que hace el equipo, en función del valor de **CO diluido en productos de combustión** (valor variable) y el **exceso de aire en productos de combustión** (valor entre 1,5 y 3, siendo apropiado alrededor de 2). El valor del CO no diluido en humos es el valor de referencia que debe tomarse para saber si la combustión presenta exceso de CO. No se consideran aceptables los valores iguales o superiores a 1000 ppm de CO en humos **para actuaciones de mantenimiento, también hay que considerar para mantenimiento que la combustión es deficiente (AS-6) cuando la concentración de monóxido de carbono corregido obtenida en los productos de la combustión ($CO-PdC$) sea superior a 500 ppm e inferior o igual a 1.000 ppm. Sin embargo para la puesta en marcha por primera vez de un aparato no se podrá realizar la puesta en marcha del mismo con valores iguales o superiores a 500 ppm.**

Si se observa que el valor de la temperatura de humos es más bajo de lo normal y el valor del O_2 es más alto de lo normal hay que pensar en la posible existencia de una inversión del tiro, con el peligro de acumulación de productos de la combustión en el local, o en todo caso repetir el análisis para corroborar los resultados.

6. DETERMINACIÓN DEL TIRO

La realización de esta prueba suele realizarse conjuntamente con la prueba descrita anteriormente, luego los pasos a seguir serán los descritos hasta el momento y además:

- Dejar funcionando el analizador de CO_{PDC} hasta que la lectura se estabilice y mientras tanto, hacer pruebas del tiro. Cuando la lectura de CO_{PDC} está estabilizada se da por concluida la prueba (figura 5).



Figura 5

No se puede hacer la prueba del tiro mientras esté funcionando la sonda.

- Anotar los valores obtenidos en las casillas correspondientes adjuntando el impreso de los resultados emitidos por la impresora asociada a los equipos, anotando el tipo de aparato y número de quemador si dispone de más de uno, como puede ser el caso de encimeras vitrocerámicas. En algunos modelos de analizadores, pueden obtenerse valores de tiro positivo y en otros modelos una medida negativa. Esta desviación, es debida únicamente a la forma de expresar el valor. Se deberá consultar las indicaciones que el fabricante del aparato de medida ofrezca al respecto.

7. INTERPRETACIÓN DEL TICKET

En la parte superior del ticket procedente del análisis de combustión deberán figurar los datos siguientes:

- **Fecha / hora.**
- **Empresa.**
- **Código del técnico.**
- **Nº del analizador.**

A continuación se muestra un ticket de un análisis de combustión correcto (figura 6 y 7):



Alinear la impresora



Imprimir

Figura 6

Fecha / hora.
Empresa.
Código del técnico.
Nº del analizador.

Comb: GasNatural

104.0	°C	Temp. Humos
8.0	%	Contenido CO ₂
4.6	%	Per. por humos
1.49		Exceso aire
6.9	%	O ₂ -cont.
76	ppm	CO -cont.
113	ppm	CO correg.
0.08	mmca	Tiro Humos
23.7	°C	Temp. Amb.
95.4	%	Rendimiento
76	ppm	CO -cont.

Temperatura de los humos:
La temperatura de los humos debe superar los **80°C para calderas, 110°C para calentadores y menos de 60° para calderas de condensación**

Porcentaje de dióxido de carbono (CO₂):
CO₂ por debajo de 10%.

Pérdidas en los humos:
Son las pérdidas que por calor sensible se pierden en la combustión.

Porcentaje de exceso de aire (λ):
Porcentaje de exceso de aire: Comprendido entre 1.5 y 3.

Porcentaje de oxígeno en los productos de la combustión:
Porcentaje de oxígeno en los p.d.c.: Comprendido entre 5% y 12%.

Porcentaje de CO contenido:
Es el CO que se encuentra en los humos mezclado con los demás productos, por ejemplo el vapor de agua.

- a) Contenido de CO no diluido (corregido) para mantenimiento:
- Entre 0 y 500 (200 Rioja) ppm → Correcto.
 - Entre 500 y 1000 ppm → Combustión deficiente
 - Superior a 1.000 ppm → Incorrecto. Combustión no higiénica.
- b) Contenido de CO no diluido (corregido) para puesta en marcha:
- No se podrá en marcha ningún aparato con más de 500 ppm

Tiro en los humos:
El valor de la presión relativa en el conducto de evacuación. Podrá ser negativo o positivo dependiendo del aparato de medida.

Temperatura ambiente:
Valor de la temperatura ambiente del local

Rendimiento:
Expresa el valor en % del rendimiento de la combustión.

8. ANALIZADORES DE GASES

8.1. Consideraciones previas.

Comprenden los equipos e instrumentos necesarios para efectuar el análisis de la combustión y del CO ambiente (bien integrados en un único equipo o por separado), en aquellos locales donde funcionan aparatos a gas de circuito abierto conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión, de tiro natural o forzado, y/o encimeras vitrocerámicas.

Este instrumento permite determinar la temperatura de los gases de combustión, la temperatura ambiente, O₂, CO₂, CO (diluido en aire o en los productos de la combustión), CO corregido, tiro y exceso de aire. Los valores medidos pueden almacenarse en el instrumento y transmitirse al PC para su procesamiento.

8.2. Unidades de medida de concentraciones.

La unidad más utilizada para la determinación de los componentes de un gas es la p.p.m. (partes por millón). Al igual que el tanto por ciento (%), p.p.m. describe una proporción. El tanto por ciento significa "un número x de partes de cada cien", mientras que p.p.m. significa "un número x de partes en cada millón". Por ejemplo, si en un recipiente de aire hay 250 p.p.m. de monóxido de carbono (CO), entonces, si partimos de un millón de partículas de gas, 250 son de monóxido de carbono. Las otras 999.750 partículas son de nitrógeno (N₂) y de oxígeno (O₂). La unidad p.p.m. es independiente de la presión y la temperatura, y se utiliza en concentraciones bajas. Si la concentración presente es elevada, se expresa en porcentaje (%).

La relación de conversión es como sigue:

$$10000 \text{ p.p.m.} = 1\%$$

Ejemplo:

Una concentración de CO de 1000 p.p.m. es equivalente a una concentración del 0,1%.

8.3. Analizadores de CO/CO₂ en aire ambiente

Estos aparatos permiten determinar las concentraciones de CO/CO₂ en el aire ambiente utilizando sensores electrónicos.

8.4. Analizadores de los productos de la combustión

Con estos equipos se puede medir:

- Los diferentes productos de la combustión (CO₂, CO) (figura 8).

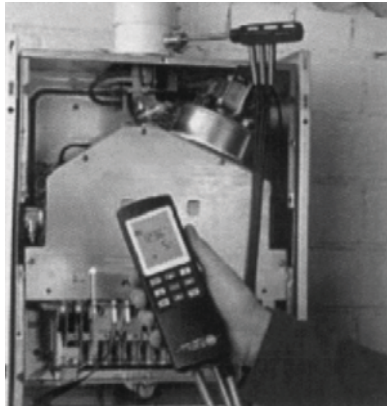


Figura 8

- El O_2 no combustionado.
- Temperatura de gases de combustión (TH) y temperatura ambiente.

La temperatura de los gases de combustión se mide en el centro de la corriente de los gases (centro del caudal, figura 9). Ahí es donde la temperatura y la concentración de dióxido de carbono (CO_2) son más elevadas y el contenido de oxígeno (O_2) menor.

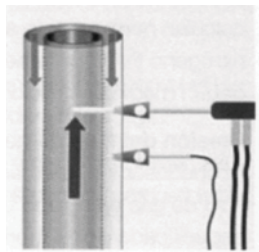


Figura 9

- Tiro.

En calderas de tiro natural, el tiro es la condición básica para que los gases de combustión salgan por la chimenea. Debido a que la densidad de los productos de combustión calientes es menor que la del aire frío externo, en la chimenea se crea un vacío parcial. Esto se conoce como tiro. Este tiro succiona el aire de la combustión y supera cualquier resistencia de la caldera o del tubo de gas.

8.5. Características generales y funcionales de uso

Los instrumentos deben ser compactos, ligeros, fácilmente transportables y sencillo de usar. Otros puntos importantes son la necesidad de disponer de valores de medición con rapidez y con bajo consumo de energía y mantenimiento.

La figura 10 muestra un analizador de gases así como detalles de su utilización.

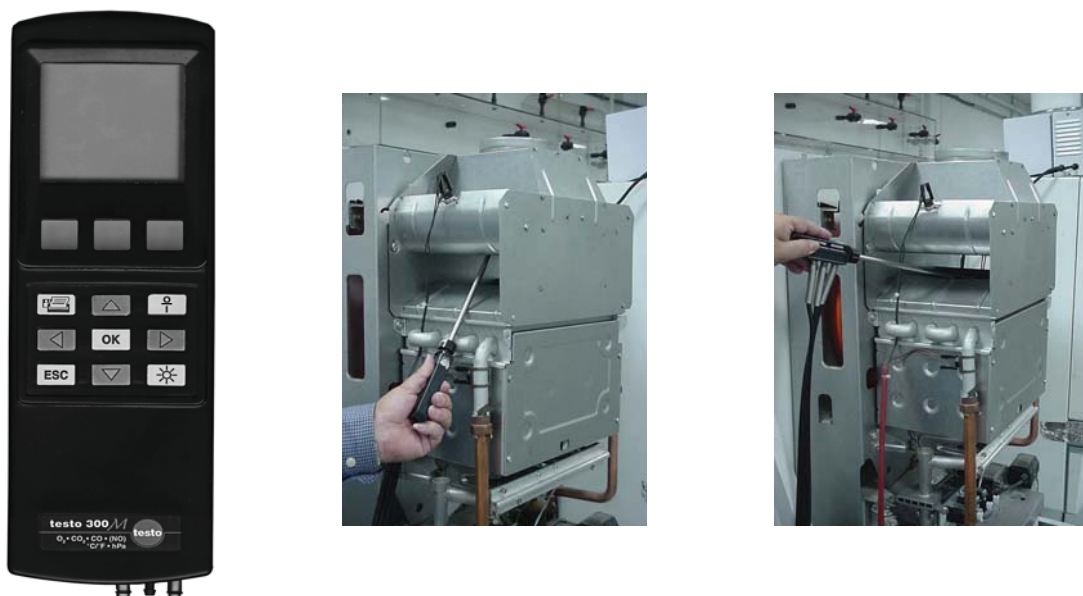


Figura 10

Los equipos deben tener un tamaño y peso reducido, de forma que éstos puedan ser asidos y manejados con una sola mano, quedando la otra mano del operario libre para manipular la sonda de medida, si disponen de ella, y el aparato a gas.

Las sondas del equipo, si disponen de ellas, deben estar unidas al instrumento de medida con una conexión flexible mediante un cable o manguera, de longitud suficiente, permitiendo que ésta pueda ser introducida en el conducto de evacuación de los productos de la combustión, a cierta distancia del panel de mandos del aparato a gas, sin que el operario quede expuesto a riesgos innecesarios (quede situado en una posición inestable).

Debe alimentarse con baterías desechables o recargables, siendo recomendable que pueda utilizar estas últimas.

Se recomienda que los equipos tengan capacidad suficiente para memorizar los resultados de varios ensayos consecutivos y que éstos puedan ser transferidos a un ordenador, tipo PC, utilizando un sistema de conexión adecuado. También es suficiente si se pueden imprimir los datos en cada medición.

El equipo, la sonda y sus accesorios deben alojarse en un maletín o estuche de rigidez suficiente que proteja a los componentes de cualquier impacto o golpe durante el transporte.

El equipo se suministra con un completo manual de instrucciones en el que se indican todas las funciones básicas y como debe efectuarse su mantenimiento y limpieza.

El analizador de los productos de la combustión nos debe proporcionar el contenido de CO (corregido no diluido) exento de aire y de vapor de agua, el contenido de O₂ y la temperatura de los mismos. El analizador de CO ambiente debe medir el contenido de CO (diluido) existente en el local donde está instalado el aparato a gas. Los contenidos de CO se expresan en p.p.m. (partes por millón), la temperatura en °C y el contenido de O₂ en %.

Si el analizador de combustión dispone de un sensor o una sonda externa para medir el CO (diluido) en el ambiente, el resultado se muestra junto con los otros datos del análisis de la combustión de los aparatos a gas.

Los rangos de medida y el error máximo admisible típicos que pueden tener dichos equipos para cada parámetro son los que se indican a continuación:

Variable	Rango mínimo	Error máximo admisible	Resolución mínima
Temperatura	0 a 500 °C	± 1,5 %	1 °C
O ₂ de la combustión	0 a 21% en vol.	± 0,2% vol. absoluto	0,1% vol.
CO de los productos de combustión	0 a 6000 p.p.m. (recomendación 0 a 8000 p.p.m)	± 20 p.p.m. (0 a 400 p.p.m.) ± 5% vol. (400 a 1000 p.p.m.) ±10% vol. (1000 a 6 ÷ 8000 p.p.m)	5 p.p.m.
CO (diluido) ambiente	0 a 100 p.p.m.	± 2 p.p.m. (0 a 15 p.p.m.) ±5 p.p.m. (15 a 100 p.p.m.)	1 p.p.m.

Preferentemente, el analizador de combustión incorpora sensores para medir los siguientes parámetros complementarios:

Variable	Rango mínimo	Error máximo admisible	Resolución mínima
Tiro/presión (ΔP)	± 5 mbar	± 0,03 mbar (0 a ± 5 mbar) ± 2% (por encima de ± 5 mbar)	0,01 mbar

Los analizadores de combustión y de CO ambiente deben estar preparados para trabajar con una temperatura ambiente comprendida entre + 5 °C y + 45 °C sin anomalías.

Los equipos deben disponer de una pantalla para mostrar los resultados, siendo recomendable que puedan mostrar varios al mismo tiempo.

Estos resultados deben imprimirse en soporte papel al terminar cada prueba o bien después de haber finalizado varios ensayos consecutivos, ya sea mediante una impresora incorporada al equipo o bien mediante otra externa al mismo, a excepción de los analizadores de CO ambiente diseñados exclusivamente para tal fin, en los que no es preceptivo que dispongan de impresora o de señal salida para impresora externa.

El manejo del equipo y la presentación de los resultados, tanto en pantalla como en los listados impresos, deben ser de fácil comprensión por el personal que los utiliza.

El listado impreso de resultados debe incluir una cabecera configurable por el usuario, incluyendo, al menos, la siguiente información:

- Hora y fecha.
- Identificación del operador (nombre y apellidos, empresa, núm. acreditación)
- Identificación del equipo (número de serie)

El listado de resultados debe incluir los datos correspondientes al análisis de la combustión, y del CO ambiente si el equipo incorpora una sonda adecuada, siendo requeridos, al menos, los siguientes datos:

- Temperatura de productos de la combustión (°C).
- CO no diluido (p.p.m.).
- Contenido O₂.

Y además:

- Tiro (mbar) (sólo en aquellos analizadores de combustión que incorporan una sonda adecuada para realizar esta medición).
- Contenido de CO en exceso de aire (p.p.m.).
- Contenido de CO₂ (% volumen).
- Concentración del CO ambiente (diluido) (p.p.m.). (Sólo en aquellos analizadores de combustión que incorporan una sonda adecuada para realizar esta medición).

ANEXO A

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE LA COMBUSTIÓN EN APARATOS DE EVACUACIÓN CONDUCTA, VITROCERÁMICAS DE FUEGOS CUBIERTOS Y GENERADORES DE AIRE CALIENTE DE CALEFACCIÓN DIRECTA POR CONVECCIÓN FORZADA QUE, INDEPENDIENTEMENTE DE SU CONSUMO CALORÍFICO NOMINAL, CUMPLEN CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA UNE-EN 525.

A1. Introducción.

Este procedimiento describe el proceso a seguir para lograr una medida lo más correcta posible de los productos de la combustión (PdC) en los aparatos ya instalados.

A2. Realización de las medidas.

Se debe poner el aparato en funcionamiento en régimen estacionario y en la posición de máxima potencia alcanzable en el momento de la medición y, tras **dos** minutos de funcionamiento o el tiempo mínimo necesario para conseguir el régimen estacionario sin que se produzca la modulación en aquellos aparatos provistos de esta función, se debe determinar sobre los productos de la combustión cuál es la concentración de monóxido de carbono (CO) corregido no diluido, salvo en el caso de los generadores de aire caliente, que por su propia concepción, éste se toma ya diluido. Para ello se debe utilizar un analizador de combustión que cumpla los requisitos recogidos en la Norma UNE-EN 50379, excepto para el caso de los generadores de aire caliente, que debe ser adecuado para medir concentraciones muy bajas de CO, como por ejemplo, del tipo de tubos cromatográficos.

En las calderas donde exista la función que permite hacerlas trabajar a potencia máxima sin modulación, debe utilizarse dicha función, para asegurar que las medidas se hacen en condiciones óptimas de ensayo.

En calderas mixtas, cuando la potencia máxima esté prevista para la producción de agua caliente sanitaria, para alcanzar dicho valor se debe probar en el modo de producción de agua caliente sanitaria.

La producción de agua caliente sanitaria se debe conseguir abriendo al máximo los grifos necesarios, eligiendo los más cercanos al aparato y poniendo al máximo el mando del termostato de agua caliente sanitaria si existe.

En calderas de sólo calefacción o en aquellas en que la potencia de calefacción sea superior a la de producción de agua caliente sanitaria, se debe llevar asimismo al máximo el termostato de agua y se debe poner el de ambiente suficientemente por encima de su posición de activación para asegurar que no cortará en el período que necesitamos para estabilización y medida.

En el caso de la operación de puesta en servicio, durante los **dos** minutos de estabilización y el tiempo empleado en la medida de las concentraciones de CO y CO₂, /O₂, existentes en los productos de la combustión, es necesario verificar que el aparato se mantiene a su máxima potencia alcanzable. Para aparatos con dos potencias o todo/nada, es fácil comprobar este extremo a simple vista, pero en aparatos modulantes la única garantía de que la potencia se mantiene al máximo es la comprobación permanente de la presión de quemador. Una vez superado el transitorio de arranque y hasta que la medida se dé por concluida no se debe permitir que el aparato reduzca su potencia. Generalmente en aparatos con producción de agua caliente sanitaria esto se consigue abriendo al máximo un grifo lo más cercano posible al aparato y poniendo al máximo el mando del termostato de agua caliente sanitaria si existe.

Aún así, en el caso de la operación de puesta en servicio, en condiciones de poca demanda de calefacción la caldera puede modular, por lo que conviene verificar este extremo observando la presión de quemador. Si esto ocurre, puede tratarse de elevar la demanda abriendo radiadores que estén eventualmente cerrados. Otra posibilidad es apagar la caldera y esperar a que el circuito se enfríe.

a) Toma de muestras

a1) Aparatos en los que existe conducto de evacuación de los PdC

La toma de muestras se debe hacer en el punto preparado a tal efecto.



Medición de CO en PdC

Si no existe, se puede optar por practicarla (orificio de diámetro mínimo de 11 mm) lo más cerca posible del aparato (véase la figura A.1), para lo cual se deben utilizar los útiles apropiados que existan en el mercado

salvo en el caso de sistemas de tubos radiantes de evacuación colectiva, consistente en la confluencia en un solo conducto final de los conductos de diferentes tubos radiantes (sistema D), en los que la toma debe practicarse sobre el conducto general después de la incorporación del conducto de evacuación del último aparato, en el sentido de salida de los productos de la combustión.

Sin embargo (en el caso de inspección periódica), en aparatos de circuito abierto y con cortatiro, la toma de muestras se puede efectuar penetrando con la sonda a través de cualquier abertura cercana al collarín de unión en la base del tubo de evacuación o, en su defecto, en el cortatiro o en su base (véase la figura A2 **y A3**). **En el caso de aparatos de tipo C de conductos concéntricos**

debe asegurarse la estanquidad entre el conducto de admisión de aire y el de evacuación de los productos de la combustión. La sonda se debe introducir perpendicularmente al conducto de evacuación de manera que, en lo posible, su extremo quede en el eje de la vena de los PdC (véanse las figuras A1 y A2).

a2) Vitrocerámicas de fuegos cubiertos

Para las vitrocerámicas de fuegos cubiertos se debe realizar la medida en cada uno de los fuegos a la máxima potencia. Cuando un quemador esté formado por varias coronas, cada una alimentada por un inyector diferente, la medida a la máxima potencia debe realizarse por cada una de ellas de forma individual y conjunta.

Para tomar las medidas se debe colocar la sonda apoyándola horizontalmente sobre la rejilla que una los conductos de salida de los PdC. Se debe procurar que el punto de colocación sea aproximadamente el medio de la zona de esta rejilla que se encuentre en el camino de salida de los mencionados conductos internos de evacuación (véase la figura A-4).

a3) Generadores de aire caliente según Norma UNE-EN 525

La toma de muestras se debe hacer en el punto preparado a tal efecto. Si no existe, se debe tomar en cualquiera de las bocas de impulsión.

La sonda se debe introducir perpendicularmente al conducto de impulsión de manera que, en lo posible, su extremo quede en el eje de la vena de los PdC.

b) Obtención de los valores de la medida

La sonda se debe dejar en la posición de medida al menos dos minutos, entonces el valor de CO puede oscilar muy poco, o ser razonablemente estable, en cuyo caso se debe anotar o registrar este valor; o el valor de CO puede estar permanentemente oscilando (caso de aparatos en condiciones menos óptimas), en cuyo caso se deben observar los valores alcanzados durante un minuto, registrando y anotando, si es preciso, el valor lo más cercano posible al máximo observado.

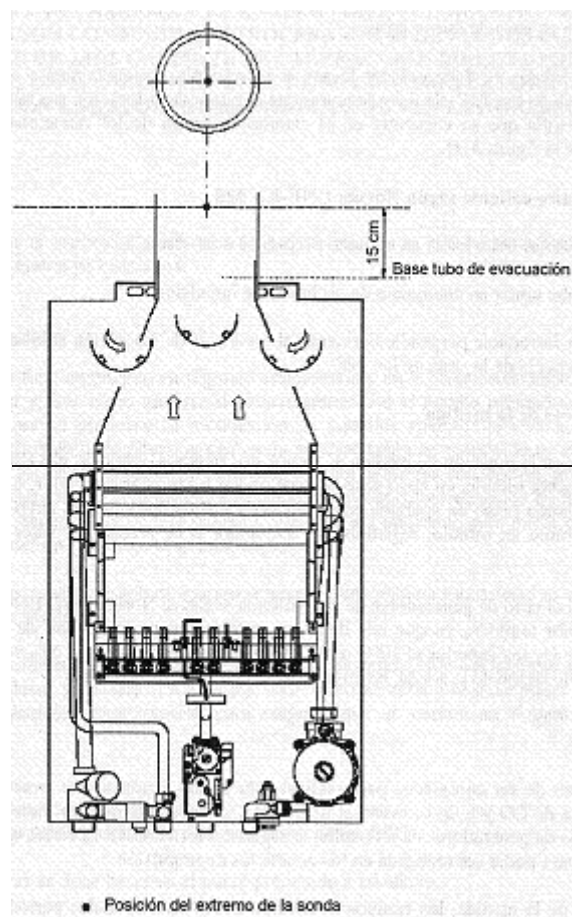
Por otra parte, salvo en el caso de generadores de aire caliente según la Norma UNE-EN 525, el valor simultáneo de O₂, o CO₂ se debe medir también, ya que nos dará una apreciación de la bondad de la medida, de manera que siempre que el valor de O₂ sea superior al 10%, o el CO₂ calculado sea inferior al 6%, (a excepción de las calderas de condensación, cuyos valores deben estar de acuerdo con las indicaciones del fabricante), medidos en la parte superior del cortatiro (en el caso de aparatos de tipo B), se debe verificar que esto no ocurre por una mala colocación de la sonda, en cuyo caso se debe repetir la medida.

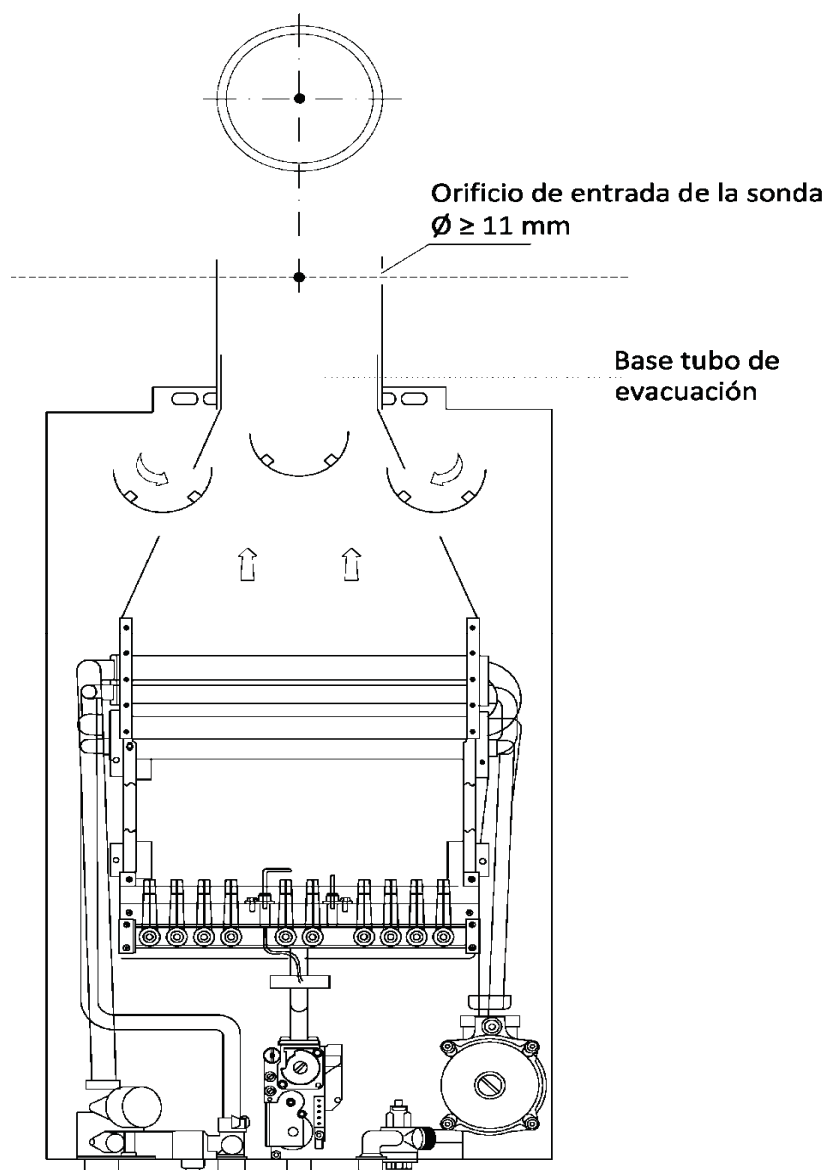
A3 Equipos de medida

Los equipos de medida han de ser apropiados para realizar ésta en los conductos de evacuación de los PdC y deben disponer de medida directa de CO y/o O₂ o, eventualmente, de CO₂, mediante cálculo indirecto, según el uso al que se destinen, salvo para el caso de generadores de aire caliente según la Norma LTNE-EN 525, que basta con que dispongan de medida directa de CO para poder ser realizada en los conductos de impulsión.

Para una correcta calidad de la medida, los equipos de medida deben ser sometidos a una comprobación periódica por el fabricante de los mismos o por un laboratorio acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, dependiendo este periodo de la asiduidad de las medidas y de acuerdo a las indicaciones del fabricante, pero no debiendo ser, en ningún caso, superior a 18 meses. De estas comprobaciones el fabricante o laboratorio deben dejar evidencia mediante emisión del correspondiente certificado, en el que debe figurar la identificación de las botellas patrón utilizadas. La empresa responsable del personal que lleve a cabo el control periódico debe guardar registro documental de dichas comprobaciones durante 5 años.

En esta calibración, la incertidumbre obtenida no debe ser superior a $\pm 5\%$.





- Posición del extremo de la sonda

Figura A1 - Toma de muestras en aparatos de circuito abierto con cortatiros con orificio existente o practicado en el tubo de evacuación

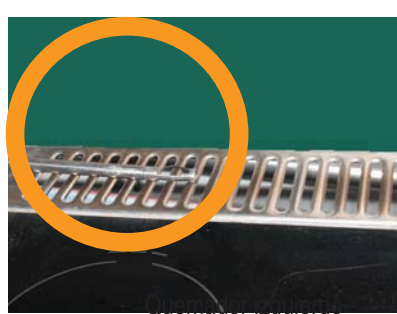
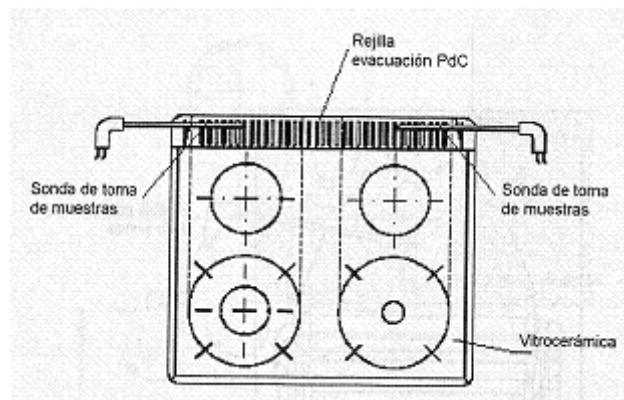


Figura A | 4- Toma de productos de la combustión. Vitrocerámicas de fuegos cubiertos.

ANEXO B

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DEL CO-AMBIENTE EN LOCALES QUE DISPONGAN DE APARATOS SUSPENDIDOS DE CALEFACCIÓN POR RADIACIÓN DE EVACUACIÓN NO CONDUCTIVA

B1 Introducción.

Este procedimiento describe el proceso a seguir para lograr una medida lo más correcta posible del CO-ambiente en aquellos locales que dispongan de aparatos suspendidos de calefacción por radiación de evacuación no conducida.

B2 Realización de las medidas.

Se deben poner todos los aparatos ubicados en un mismo local en funcionamiento en régimen estacionario y en la posición de máxima potencia y, tras **quince minutos** de funcionamiento, se debe determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) corregido en el ambiente, utilizando para ello un analizador adecuado.

Durante este tiempo y el empleado en la medida de la concentración de CO-ambiente es necesario verificar que los aparatos se mantienen a su máxima potencia.

a) Toma de muestras

Para la medida del CO-ambiente, el analizador se debe situar a una altura de 1,80 m en todos los puntos que se consideren representativos, **y al menos cada 25 m²**, para cubrir la superficie completa del local bajo el supuesto de una distribución no uniforme de la concentración de CO.

b) Obtención de los valores de la medida

La sonda se debe dejar en cada posición de medida al menos dos minutos. El valor de CO puede oscilar muy poco, o ser razonablemente estable, en cuyo caso se anotará o registrará este valor; o el valor de CO puede estar permanentemente oscilando, en cuyo caso se observarán los valores alcanzados durante un minuto, registrando y anotando, si es preciso, el valor lo más cercano posible al máximo observado.

B3 Equipos de medida

Los equipos de medida han de ser apropiados para realizar éstas y dispondrán de medida directa de CO.

Para una correcta calidad de la medida, los equipos de medida deben ser sometidos a una comprobación periódica por el fabricante de los mismos o por un laboratorio acreditado según la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, dependiendo este periodo de la asiduidad de las medidas y de acuerdo a las indicaciones del fabricante, pero no debiendo ser, en ningún caso, superior a 18 meses. De estas comprobaciones el fabricante o laboratorio deben dejar evidencia mediante emisión del correspondiente certificado, en el que debe figurar la identificación de las botellas patrón utilizadas. La empresa responsable del personal que lleve a cabo el control periódico debe guardar registro documental de dichas comprobaciones durante 5 años.

En esta calibración, la incertidumbre obtenida no debe ser superior a $\pm 5\%$.