



¿Cuan bien quema el combustible y cuanto se aprovecha?

La combustión

La combustión es una reacción química y violenta en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de calor y luz. En toda combustión existe un elemento que arde y se denomina (combustible) y otro que produce la combustión (comburente), generalmente oxígeno en forma de O₂ gaseoso. Los tipos más frecuentes de combustible son los materiales orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. En una reacción completa todos los elementos tiene el mayor estado de oxidación. Los productos que se forman son el dióxido de carbono (CO₂) y el agua, el dióxido de azufre (SO₂) (si el combustible contiene azufre) y puede aparecer óxidos de nitrógeno (NO_x), dependiendo de la temperatura de reacción.

En la combustión incompleta los productos que se queman pueden no reaccionar con el mayor estado de oxidación, debido a que el comburente y el combustible no están en la proporción adecuada, dando como resultado compuestos como el monóxido de carbono (CO). Además, pueden generarse cenizas.

Tipos de combustibles:

Sólidos: madera, carbón, lignito, turba, etc.

Líquidos: gasolina, fueloil, parafina, queroseno, etc.

Gaseosos: metano, GLP, gas de coke, etc.

Cuando los componentes de combustible se queman con el oxígeno obtenemos:

$C + O_2 = CO_2 + 7,838 \text{ cal/gr. de energía específica.}$

$2(H_2) + O_2 = 2(H_2O) + 33,967 \text{ cal/gr de energía específica.}$

Poder Calorífico: calor desprendido al quemar una unidad de masa.

Poder Calorífico Superior (PCS): calor obtenido sin tener en cuenta la humedad.

Poder Calorífico Inferior (PCI): calor obtenido teniendo en cuenta el calor de la vaporización del agua.

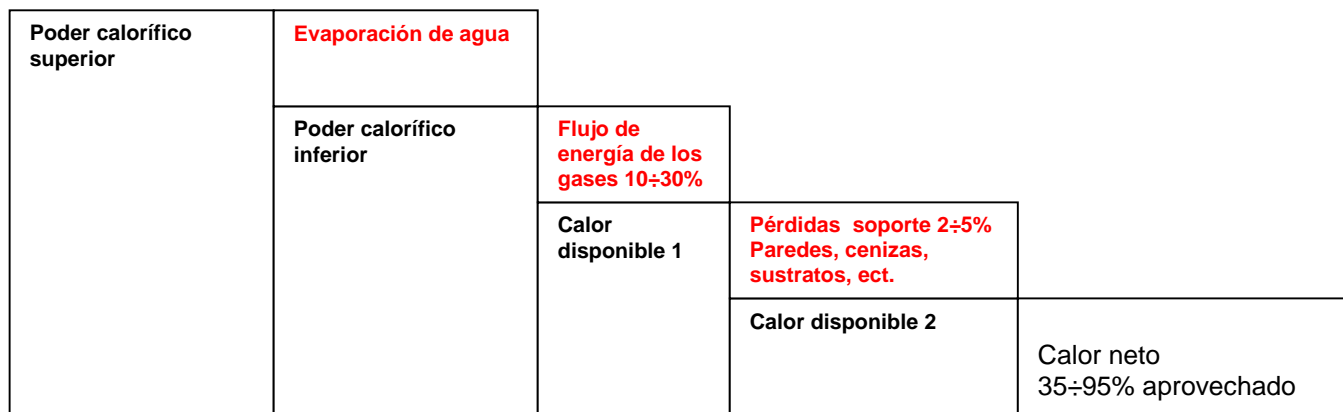
TABLA 1

Combustible	% C	% H ₂	% S ₂	PCS cal/gr.	PCI cal/gr.
Hidrógeno	-	100	-	33.912	28.908
Gas Natural	75	25	-	13.259	11.947
G.L.P.	82	18	-	11.808	10.907
FUELOIL	86	11,5	1	10.362	9.996
Carbón	60	12	0,4	6.115	5.559
Azufre	-	-	100	21,5	21,5

Uso eficiente de la energía de la combustión

La publicación del nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) va enfocada principalmente, tal y como enuncia el artículo 1, a establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas. Por ello, es tan importante saber y controlar la combustión para obtener el máximo rendimiento y eficacia.

Diagrama de la evolución de la consecución energética.



Si usamos esta combustión para generar calor (calderas, calentadores, cocinas, hornos, secado, evaporación, etc) obtendremos eficiencias entre el 90 y el 100% . En cambio si usamos esta combustión para generar movimiento (vehículos, turbinas, compresores, etc) esta eficiencia se ve reducida drásticamente a valores inferiores al 50%.

En esta sección vamos a ocuparnos de una de las medidas que podemos tomar para conseguir ahorro y eficiencia en la energía de la combustión. Medir y actuar sobre los parámetros primarios de la combustión propiamente dicha, el exceso de aire, tipos de combustible, condiciones de suministro del combustible, atomización o presurización, cantidad de inquemados,

etc... Un análisis de ella nos dirá cual es la relación combustible usado / rendimiento obtenido, que en definitiva es una cuestión de coste / beneficio.

Para ello deberemos disponer de uno o varios aparatos que nos puedan facilitar las medidas, cuando un aparato aglutina todas las medias principales, se le denomina **ANALIZADOR DE COMBUSTIÓN**.

Los componentes y parámetros que nos influyen en la combustión son:

Oxígeno (O₂)

El oxígeno restante no utilizado en la combustión en el caso de utilizar aire en exceso aparece como componente de los gases de combustión y se utiliza para medir el rendimiento de la combustión. Se utiliza para determinar las pérdidas por chimenea y el contenido de dióxido de carbono.

Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro con un ligero sabor agrio. Bajo la influencia de la luz solar y la clorofila, las plantas convierten el dióxido de carbono (CO₂) en oxígeno (O₂). La respiración humana y animal convierte el oxígeno (O₂) otra vez en dióxido de carbono (CO₂). Esto crea un equilibrio que los productos gaseosos de la combustión distorsionan. Esta distorsión acelera el efecto invernadero.

El valor límite de efecto es de 5000 ppm. A concentraciones superiores al 15% en volumen (150.000 ppm) en la respiración, se produce una inmediata pérdida de conciencia.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas venenoso al respirar, incoloro, inodoro y es el producto de una combustión incompleta. En concentración demasiado alta, no permite que la sangre absorba oxígeno. Si, por ejemplo, el aire de una habitación es de 700 ppm de CO, una persona respirándolo durante 3 horas morirá. El valor límite es de 50 ppm.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

A altas temperaturas (combustión), el nitrógeno (N₂) presente en el combustible y en el aire ambiente se combina con el oxígeno del aire (O₂) y forma el monóxido de nitrógeno (NO). Después de algún tiempo, este gas incoloro se oxida en combinación con el oxígeno (O₂) para formar dióxido de nitrógeno (NO₂). El NO₂ es soluble en agua, tóxico si se respira (produce daños reversibles en el pulmón) y contribuye a la formación del ozono en combinación con la radiación ultravioleta (luz solar). El NO y NO₂ en conjunto se llama óxidos de nitrógeno (NO_x).

Dióxido de azufre (SO₂)

El dióxido de azufre (SO₂) es un gas tóxico incoloro con un olor fuerte. Se forma a partir del azufre del combustible. El valor límite es de 5 ppm. El ácido sulfúrico (H₂SO₄) se forma en combinación con agua (H₂O) ó condensados. (lluvia ácida)

Temperatura ambiente (TA)

La temperatura ambiente se mide en la entrada de la caldera. En las calderas que no dependen del aire ambiente, la temperatura se mide en el punto adecuado del conducto de suministro.

Temperatura de gases de combustión (TH)

La temperatura de los gases de combustión se mide en el lugar más caliente de la corriente de los gases. En este punto coincide la temperatura y la concentración de dióxido de carbono (CO₂) tienen su máximo y el contenido de oxígeno (O₂) su mínimo. **Valores recomendables > 90°C < 140°C**

Hidrocarburos inquemados (HC)

Los hidrocarburos inquemados (HC) se forman cuando la combustión es incompleta y contribuyen al efecto invernadero. En éste grupo se incluyen metano (CH₄), butano (C₄H₁₀) y benceno (C₆H₆).

Opacidad

La opacidad se determina utilizando un instrumento similar a una mancha de bicicleta. Se envía una cierta cantidad de gases de combustión a un filtro de papel mediante un cierto número de bombeos. El tono gris de la mancha que se produce en el filtro de papel se compara con una escala de tonalidades de grises con diferentes números. La escala de opacidad determinada de esta forma (de acuerdo con Bacharach) está entre 0 y 9. En las calderas que funcionan a gas no se realiza esta determinación.

La determinación de la opacidad en calderas de gasoil. Al medir la opacidad, se coloca la bomba de opacidad en el conducto del gas de combustión con un papel de filtro y se absorbe el gas de combustión con ayuda de un bombeo. Seguidamente, se retira la hoja de filtro y se chequea la presencia de derivados de gasoil. En el caso de que se decolore al echarle una gota de acetona debido a los derivados de gasoil, no se debe utilizar éste filtro para determinar el número de opacidad. Se han de llevar siempre a cabo tres mediciones separadas. El ennegrecimiento del filtro se compara con la escala de Bacharach y seguidamente se determina el número de opacidad. Si el filtro se ha humedecido durante la medición debido a la formación de condensado, se debe repetir la medición. El valor final del número de opacidad se determina calculando el valor medio aritmético de las tres mediciones separadas. En los quemadores de gas no se determina el número de opacidad. En los sistemas que le resulten desconocidos, en primer lugar ha de medir la opacidad de tal forma que los analizadores no se sometan a condiciones de trabajo desfavorables de forma innecesaria.

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 gases residuales calientes es menor que la del aire frío externo, en la chimenea se crea un vacío parcial. Esto se conoce como tiro. El tiro succiona el aire de la combustión y supera cualquier resistencia de la caldera o del tubo de gas. En calderas presurizadas, el ratio de presión en la chimenea puede despreciarse ya que en este caso el tiro

forzado crea la presión necesaria para eliminar los gases residuales. En instalaciones de este tipo pueden utilizarse chimeneas con un diámetro de tubería menor.

Con objeto de determinar el tiro de chimenea (fuerza ascensional) necesaria para extraer los gases de combustión en los quemadores atmosféricos, la sonda de combustión se inserta de nuevo a través del orificio para realizar la medición en el conducto del gas de combustión. En esta posición se comienza la medición del gas de combustión o de la presión, poniendo a cero en primer lugar el sensor de presión. Se retira la sonda del gas de combustión y se mide la presión del aire alrededor de la caldera. El analizador indica de forma automática la presión diferencial entre el entorno circundante y la chimenea con un signo negativo. El punto cero también se puede fijar en el exterior del tubo del gas de combustión con objeto de ser capaz de reconocer las fluctuaciones de presión. En este tipo de medición no se aspira el gas de combustión.

Valor típico del tiro de chimenea:

Caldera de tiro forzado:

Presión positiva entre 0,12 y 0,20 hPa (mbar)

Quemador de vaporización de gasoil y caldera atmosférica de gas:

presión negativa entre 0,03 y 0,10 hPa (mbar)

Presión del flujo de gas

Al chequear los aparatos a gas, se debe medir la presión de flujo de gas en el tubo de alimentación y contrastarse con el valor especificado por el fabricante. Esto se realiza por medio de una medición de la presión diferencial. La medición de la presión diferencial se utiliza para fijar la presión de boquilla en los aparatos a gas por medio de la cual se adapta la potencia de la caldera al calor requerido.

Rendimiento

Se calcula a partir de las pérdidas por chimenea (q_A) y las pérdidas por inquemados (q_i), de acuerdo con la fórmula siguiente: $REN = 100 - q_A - q_i$

CO-Corregido

Medición de CO exento de aire y vapor de agua

Nota: CO corregido CO no diluido

Temperatura del punto de rocío

El punto de rocío de un gas es la temperatura a la que el vapor de agua contenido en el gas cambia al estado líquido. Este cambio se denomina condensación y el líquido formado es el condensado. Por debajo de la temperatura del punto de rocío la humedad está presente como líquido y por encima del punto de rocío como gas.

INTERPRETAR UN ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN.

Los siguientes datos solo son una guía de orientación y en ningún momento pretenden sustituir las condiciones y valores óptimos concretos que facilita cada fabricante de aparatos.

Niveles aceptables en combustión

Componente	Gasoil	Gas natural / GLP
% O ₂	2 ÷ 5 %	2 ÷ 6 %
% CO ₂	12,5 ÷ 14 %	8 ÷ 11 %
ppm CO	80 ÷ 150 ppm	80 ÷ 100 ppm
ppm NO _x	50 ÷ 100 ppm	50 ÷ 100 ppm
ppm SO ₂	180 ÷ 220 ppm	No contiene Azufre
Ppm HC	< 50 ppm	-----

Exceso de aire recomendados

Combustible	Exceso de aire (λ Lambda)
Gas Natural	10%
GLP	15%
FUEL OIL	20 ÷ 25 %
Carbón	25 ÷ 30 %

Al aumentar el exceso de aire, disminuye la eficiencia de la combustión, por lo tanto disminuye el ahorro de combustible. Si a ello le sumamos una temperatura elevada de humos reducimos la eficiencia térmica.

Ajustes de combustión

O ₂	CO	Eficiencia	Cº humos	Problema	Acción
↑	↓	↓	↑	Aporte excesivo de aire o falta combustible	Disminuir el aire y/o aumentar el flujo de combustible
↑	↑	↓	↑	Problemas en el quemador	Revisar y ajustar el quemador
↓	↑	☺	↓	Alto exceso de aire y demasiado combustible	Disminuir aporte de aire y de combustible
☺	☺	↓	↑	Suciedad en quemador, interior de caldera y/o chimenea	Limpia y deshollinar
☺	↑	☺	☺	Calidad del combustible deficiente	Regular combustible y/o cambiar atomizador
☺	☺	☺	☺	-	Combustión y sistema eficiente

Leyenda: ↑ Nivel alto ↓ Nivel bajo ☺ Nivel aceptable

Analizador de combustión KM 425



- ¿Por qué convertir una tarea de mantenimiento y prevención en un trabajo de ingeniería?
- "5 en 1" - El analizador más fácil de usar del mercado
- Analizador de combustión, medidor de CO ambiente, manómetro diferencial, termómetro diferencial y detector de fugas
- Su amplio visualizador y su dial rotatorio son ideales para tener de forma clara, rápida y fiable toda la información necesaria. Sin menús o diagnósticos complicados.
- Comunicación por infrarrojos para impresora y memoria para 99 mediciones de la combustión y 4 informes.
- **HOMOLOGADO POR GAS NATURAL**



Especificaciones Técnicas

Parámetro	Rango	Resolución	Exactitud
Medición de temperatura			
Temperatura de humos	0-600°C	0.1°C	±2.0°C ±0.3% de la lectura
Temperatura ambiente (sensor interno)	0-50°C	0.1°C	±1.0°C ±0.3% de la lectura
Temperatura ambiente (sensor externo)	0-600°C	0.1°C	±2.0°C ±0.3% de la lectura
Medición de gases			
Oxígeno (O ₂)	0-21%	0.1%	±0.2% Vol.
Monóxido de Carbono (CO)	0-4.000ppm normal 6.000ppm max durante 15 mins	1ppm	<2 ppm (0 a 20 ppm) <5 ppm (20 a 100 ppm) ±5% de la lectura (>100 ppm)
Óxido Nítrico (opcional)	0-100 ppm	1 ppm	±2 ppm (<30 ppm) ±5 ppm (>30 ppm)
Valores Calculados			
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0-30%	0.1%	±0.3% de la lectura
Monóxido de Carbono normalizado (CO _n)	Configurable el % de O ₂ de referencia (0-21%)		
Rendimiento	0-99.9%	0.1%	±1.0% de la lectura
Exceso de aire	0-250%	0.1%	±0.2% de la lectura
Relación CO/CO ₂	0-0.999	0.0001	±5% de la lectura
Medición de la presión (diferencial)			
Rango nominal ± 80 mBar Máxima sobrepresión sin dañar el sensor ± 400 mBar	± 0.2 mBar ± 1 mBar ± 80 mBar	0.001 mBar 0.001 mBar 0.01 mBar	±0.005 mBar ±0.03 mBar ± 3% of de la lectura
Capacidad de almacenamiento	99 mediciones de combustión 20 mediciones de cada tipo de informe		
Tiempo de respuesta (T90)	< 1 minuto		
Combustibles programados	Gas natural, GLP, Gasoil, Propano, Butano		
Dimensiones			
Peso: Instrumento: Sonda:	0.8kg 200 x 45 x 90mm Varilla de acero inoxidable de Ø 6 mm y 240 mm de longitud con termopar tipo K y 3 m. De manguera de neopreno		
Condiciones ambientales de trabajo	0°C a +45°C 10% a 90% RH sin condensar		
Tipo de baterías/ autonomía / tiempo de carga	4 unidades tipo AA o recargables NIMH/ >12 horas / < 8 horas		
Comunicación (opcional)	Bluetooth, con software incluido.		

Plan Integral de Mantenimiento

La adquisición de un analizador de combustión representa una inversión en un dispositivo de medida lo suficientemente importante como para descuidar tenerlo siempre en un estado óptimo de funcionamiento.

Por este motivo se ha desarrollado un Plan Integral de Mantenimiento que nos garantizará la precisión de medida, la certificación al día y lo más importante, los costes de mantenimiento conocidos de antemano a lo largo del tiempo.



Este plan se basa en una revisión anual durante 4 años (5 años si tenemos en cuenta el primer año de uso).

¿Qué incluye esta revisión?

El 1^{er} y 3^{er} año

- ✓ Revisión completa y calibración para devolver el instrumento a su funcionalidad y especificaciones originales, incluyendo tubos, filtros, trampa de agua, etc.
- ✓ Certificado de calibración con trazabilidad
- ✓ Actualización del software, si es aplicable.
- ✓ Devolución a portes pagados
- ✓ 12 meses de ampliación de la garantía



El 2^o y 4^o año

- ✓ Los mismos servicios que el 1^{er} y 3^{er} año
- ✓ Sustitución de los sensores de Oxígeno y Monóxido de Carbono



Ventajas:

- Respuesta en 1 semana desde la aceptación del presupuesto.
- Conocimiento de que los costes de mantenimiento durante 5 años. Amortizables de año en año, se paga una vez realizada cada revisión anual.
- Ampliación anual de la garantía, será como disponer de una garantía de 5 años*
- La tranquilidad, confianza y seguridad que otorga tener un aparato en orden y en perfecto estado de funcionamiento.

Póngase en contacto con nosotros o con su comercial para conocer los precios actualizados y/o solicitar mayor información.

* Este plan no incluye la reparación de problemas causados por un mal uso. Que, de observarse, se comunicarían por si se desea incluirlos en el mantenimiento (con un coste adicional).

Analizador de combustión EUROLYZER ST



- Guiado intuitivo del operador con panel táctil para el desplazamiento en pantalla.
- Pantalla a color TFT de alta resolución con contraste brillante.
- Visualización de valores de medición con cambios de color.
- Máxima flexibilidad debido al registro de datos en tarjeta Micro-SD.
- Escala de medición ampliada para CO con compensación de H₂.
- Medición con dos niveles de representación activos (función multitarea).
- Programas de medición separados para presión y temperatura (diferencial).
- Para la aplicación en la combustión de combustible de calefacción, gas y sistemas pellet.
- Bloque de baterías recargables NiMH de alto rendimiento de hasta 8 horas de funcionamiento.
- Filtraje especial que impide el paso de humedad al Equipo.
- Inmejorable relación calidad/precio.

Aprobado oficial según **EN 50379** parte 2 (el único del mercado que cumple con este requisito)

Aplicaciones

Ideal para el control y el servicio de instalaciones pequeñas y medianas según la normativa alemana BlmSchV y para el control de equipos de combustión de gas CO. Un equipo excelentemente apto para las mediciones en plantas de cogeneración bivalentes y modulares hasta un factor de exceso de aire del valor lambda 1.00 que dispone adicionalmente de un cálculo exacto del valor "eta" para todos los sistemas de combustión con determinación del punto de rocío según el poder calorífico.

Especificaciones técnicas

Temperatura del gas de combustión (incluye medición de temperatura diferencial)

Escala de medida: de 0 °C a +1000 °C.

Resolución: 1 °C.

Precisión: ±1°C + 1 dígito (hasta 300°C)
± 1 % del valor medido (sobre 300 °C)

Termopar: NiCr-Ni (tipo K)

Temperatura del aire o de la pared exterior

Escala de medida: de -20 °C a +200 °C.

Resolución: 0,1 °C

Precisión: ±3°C + 1 dígito (de -20,0 hasta 0,0 °C).
±1°C + 1 dígito (de +0,1 hasta +200,0 °C)

Termopar: NiCr-Ni (tipo K)

Tiro/Presión diferencial

Escala de medida: de ± 50 hPa (tiro) a ± 130 hPa. (presión diferencial)

Resolución: 1 Pa (=0,01 hPa)

Precisión: ±2 Pa (hasta ± 2 hPa)

±1 % del valor medido (hasta ±50 hPa)

± 1,5 % del valor medido (sobre ±50 hPa)

Medición O₂

Escala de medida: de 0 a 21 % Vol.

Resolución: 0,1 % Vol.

Precisión: ± 0,2 % Vol. del valor medido

Determinación CO₂

Escala de indicación: de 0 a CO₂ máx.

Resolución: 0,1 % Vol.

Precisión: ± 0,2 % Vol.

Medición CO

Escala de medida: de 0 a 5.000 ppm (nominal)/ de 0 a 9.999 (máx.)

Resolución: 1 ppm.

Precisión: ± 5 ppm (hasta 50 ppm)

± 5 % del valor medido (sobre 50 ppm)

Medición NO_x

Escala de medida: de 0 a 2.000 ppm.

Resolución: 1 ppm

Precisión: ±5% del valor medido

Pantalla

Monitor TFT a color

Comunicación de datos

Interfaz USB, interfaz de impresora infrarroja inalámbrica y Bluetooth opcional.

Memoria

Tarjeta Micro-SD (opción de tarjeta de uso comercial de hasta un máximo de 4 GB).

Alimentación de corriente

Batería recargable NiMH 6V/2 Ah, adaptador y cargador a la red principal.

Funda protectora con imán

Plástico blando.

Conexiones

Tiro/presión: Ø 7 mm.

Gas: Ø 8 mm.

Temperatura

Sistema de enchufe para termoelementos

NiCr-Ni (tipo K)

Certificaciones

Conforme a las normas alemanas BLmSchV y KÜO así como a EN 50379-2.

Peso (solo equipo)

Aprox. de 500 a 650 g. (dependiendo del número de sensores)

Elementos de entrega estándar con el Equipo

Cargador de baterías.

Sonda de 290 mm de longitud.

Filtro para partículas y condensación que impide el paso de humedad al Equipo.

Sensor de aire ambiente.

Kit de conexión para toma de gas.

Funda protectora con imán.

Impresora externa con interfaz infrarroja.

Maleta de aluminio.

Certificado de Verificación, calibración e instrucciones.

Opciones extras

Medida de NO, Interfaz Bluetooth y tarjeta Micro-SD.