

# MEDICIÓN DE EXPLOSIVIDAD



**5° CONGRESO REGIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**  
**ROSARIO, 18 Y 19 DE SEPTIEMBRE DE 2008**



## 5to CONGRESO REGIONAL DE HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



*“ Un Derecho, Un Deber, y Nuestra Responsabilidad ”  
“ Seguridad para Todos ”*

**18 Y 19 de Septiembre**  
**Campus Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina**  
**Av. Pellegrini 3314**

### Ejes Temáticos

Problemática de las industrias manufactureras · Salud ocupacional · Higiene Industrial  
· Las responsabilidades de los Servicios de Higiene y Seguridad en el trabajo  
· Incendio · Defensa Civil · Sistemas de Gestión SYSO · Comité tripartito

### Informes

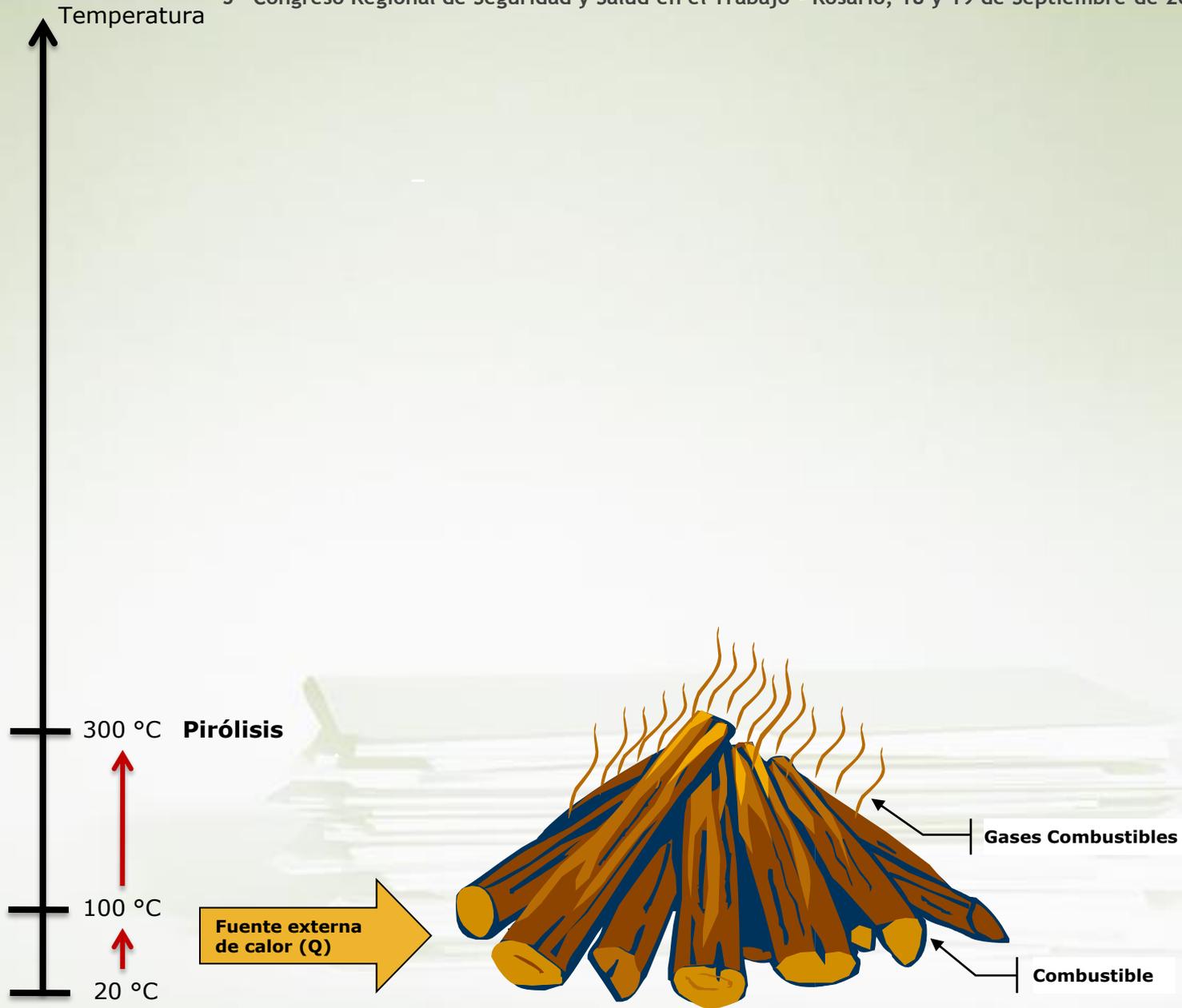
Facultad de Química e Ingeniería de Rosario (UCA) T.E.: 0341-438-0853 (Int. 106).  
Asociación de Graduados (UTN – F.R. Rosario) T.E.: 0341-421-5945

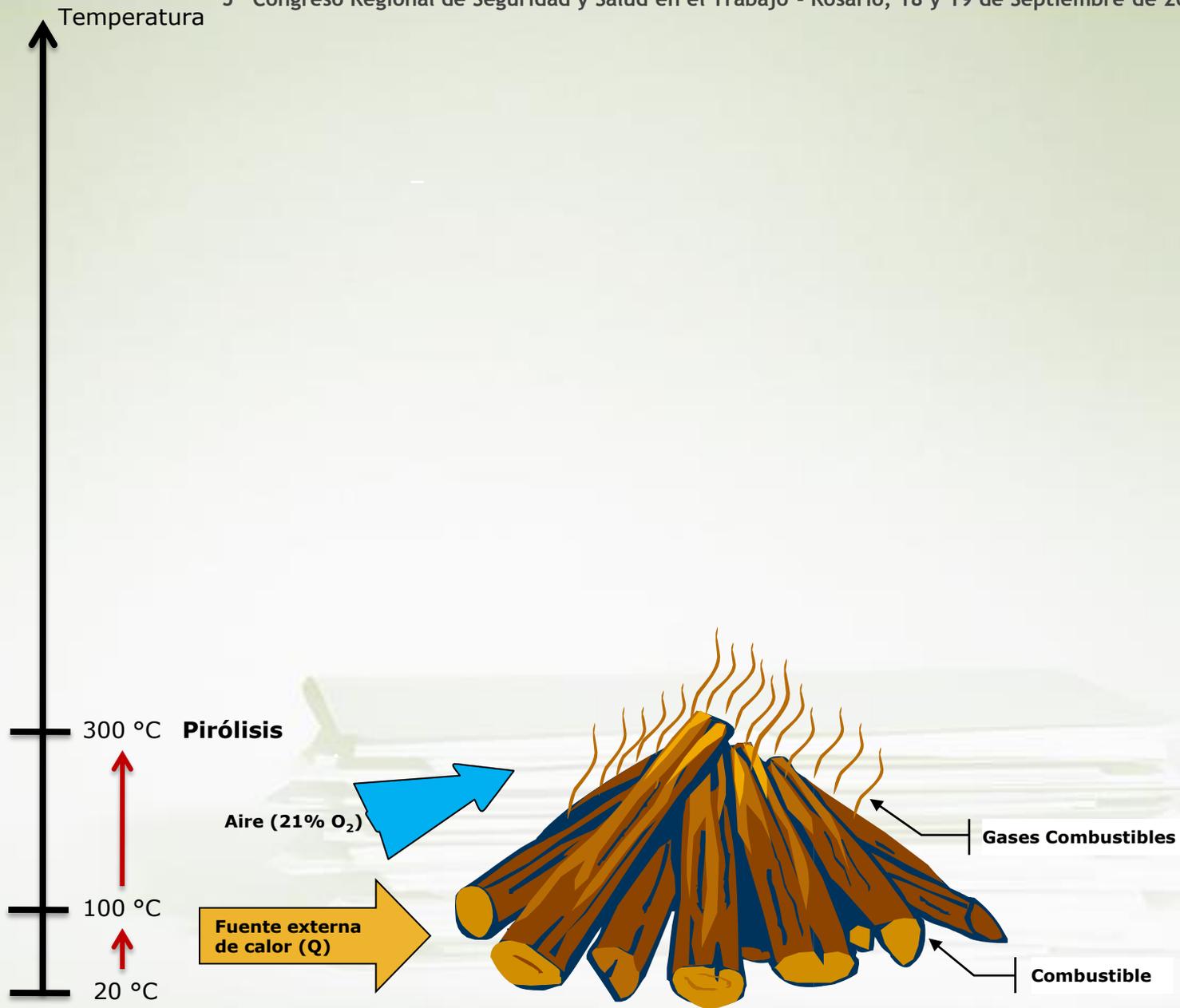
### Organizan

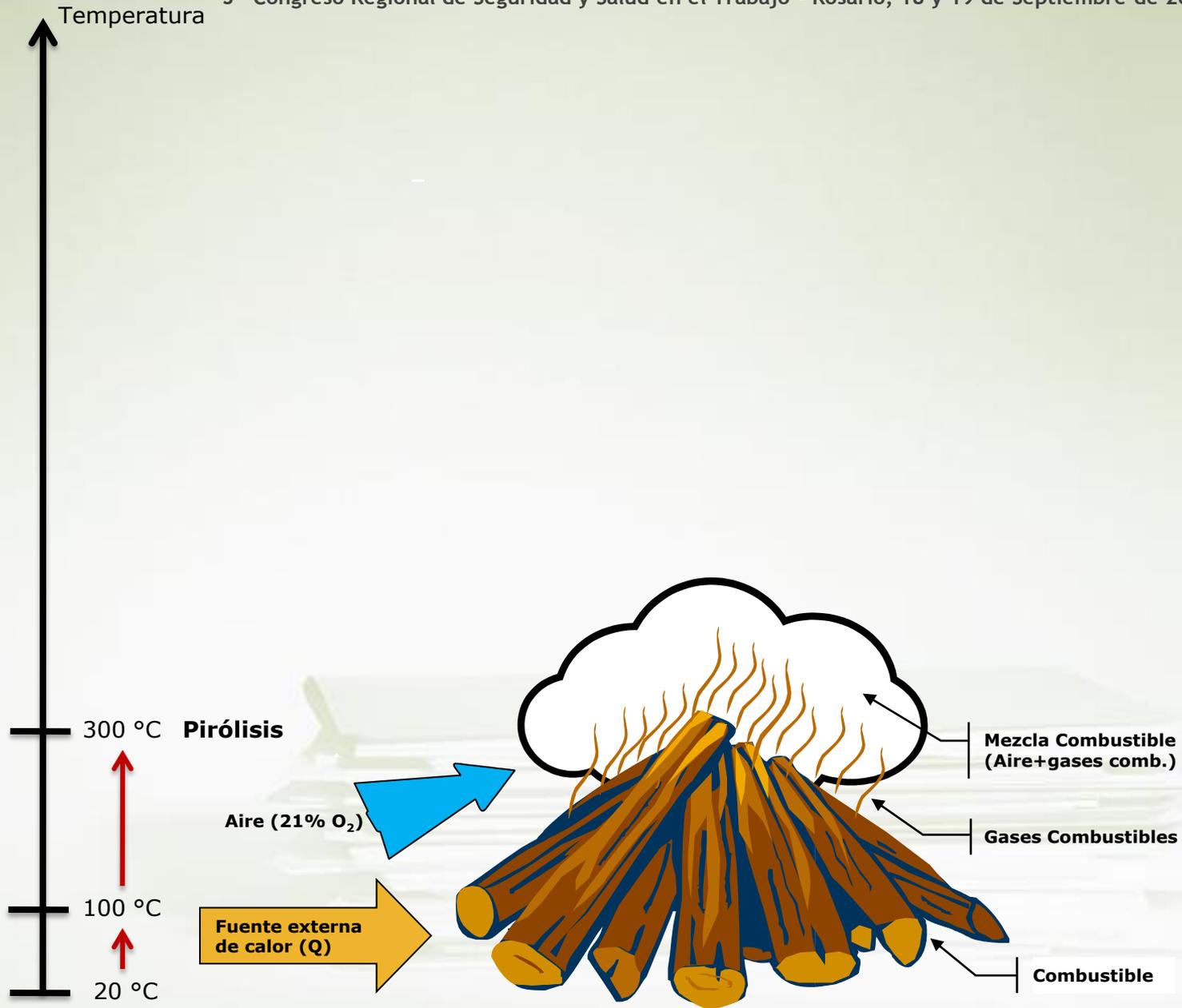
Pontificia Universidad Católica Argentina  
Facultad de Química e Ingeniería  
"Fray Rogelio Bacon"

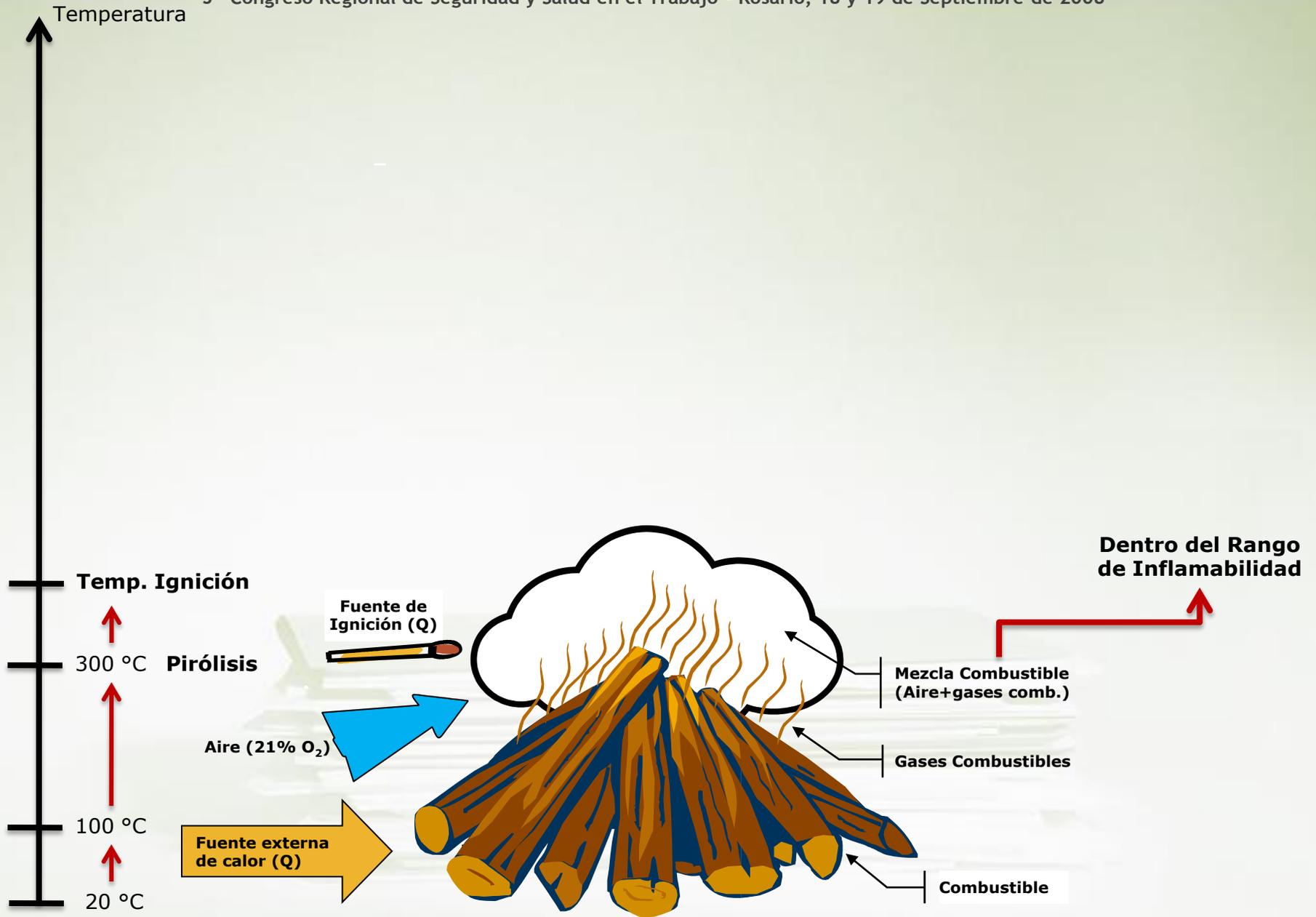


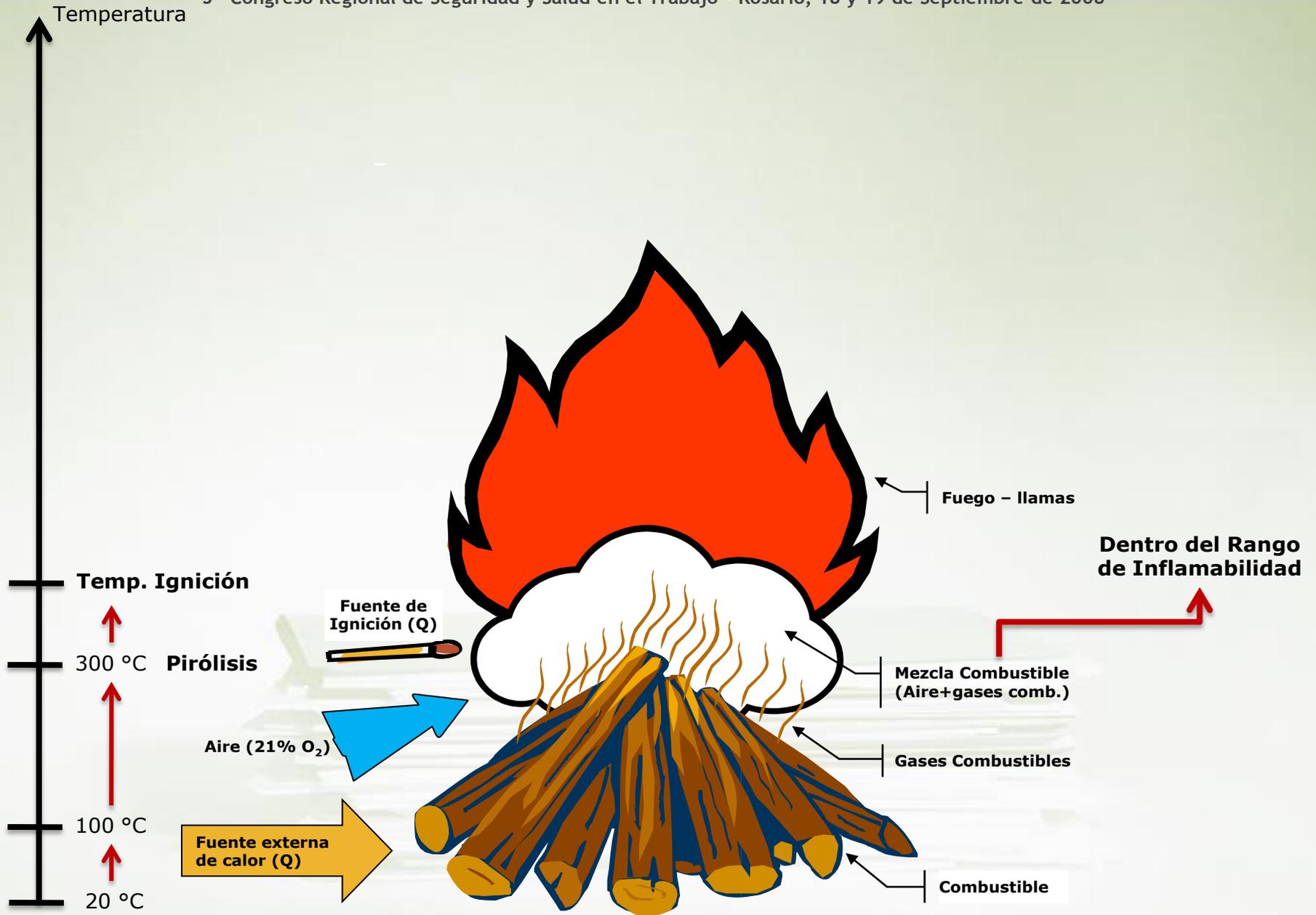
# **Elementos que intervienen en la Combustión**







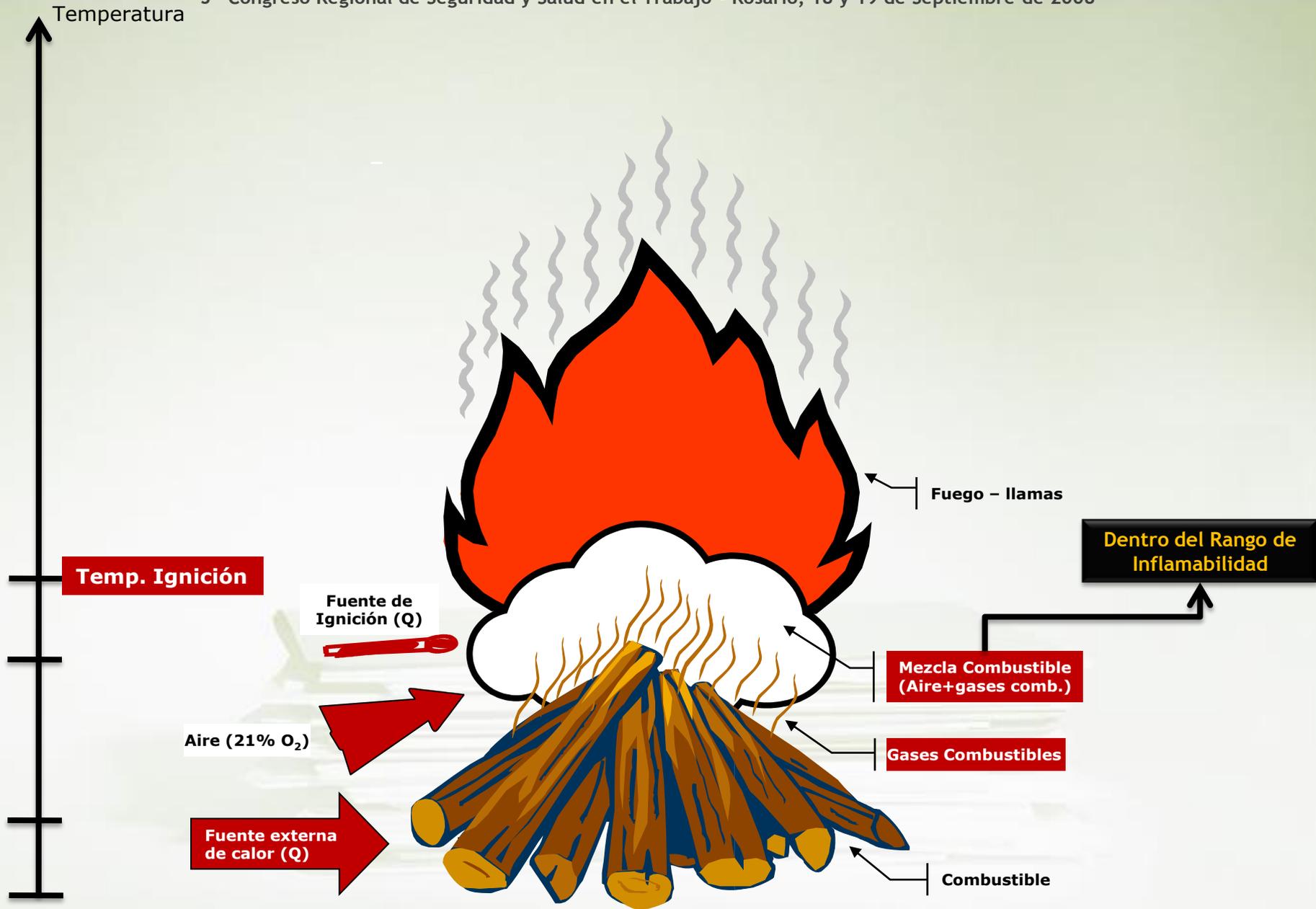




# Que se Necesita para que se Produzca una Combustión?



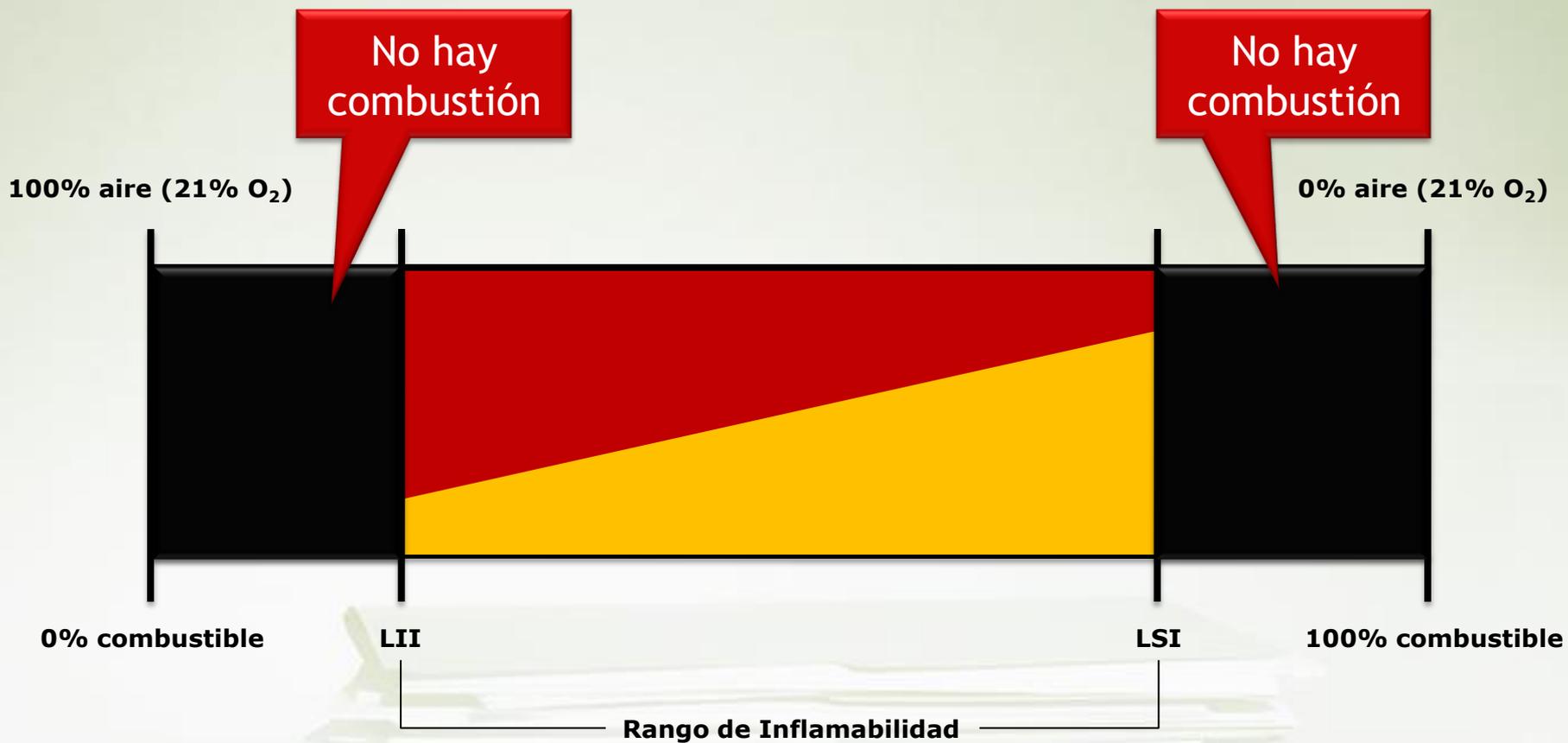
1. **Material Comburente** o agente oxidante.
2. **Material Combustible** o agente reductor.
3. **Fuente de Calor** con calor suficiente para lograr que el material combustible desprenda gases o vapores combustibles, esto puede suceder a temperatura ambiente como en el caso de los líquidos inflamables.
4. Lograr que la mezcla de los gases o vapores combustibles con el agente oxidante, llamada mezcla inflamable, alcance como mínimo la **Temperatura de Ignición**.
5. Esta mezcla inflamable deberá estar dentro del **Rango Inflamable**.
6. Una **Fuente de Ignición** de energía suficiente para encender la mezcla inflamable.



# Rango de Inflamabilidad

# o

# Límites de Inflamabilidad



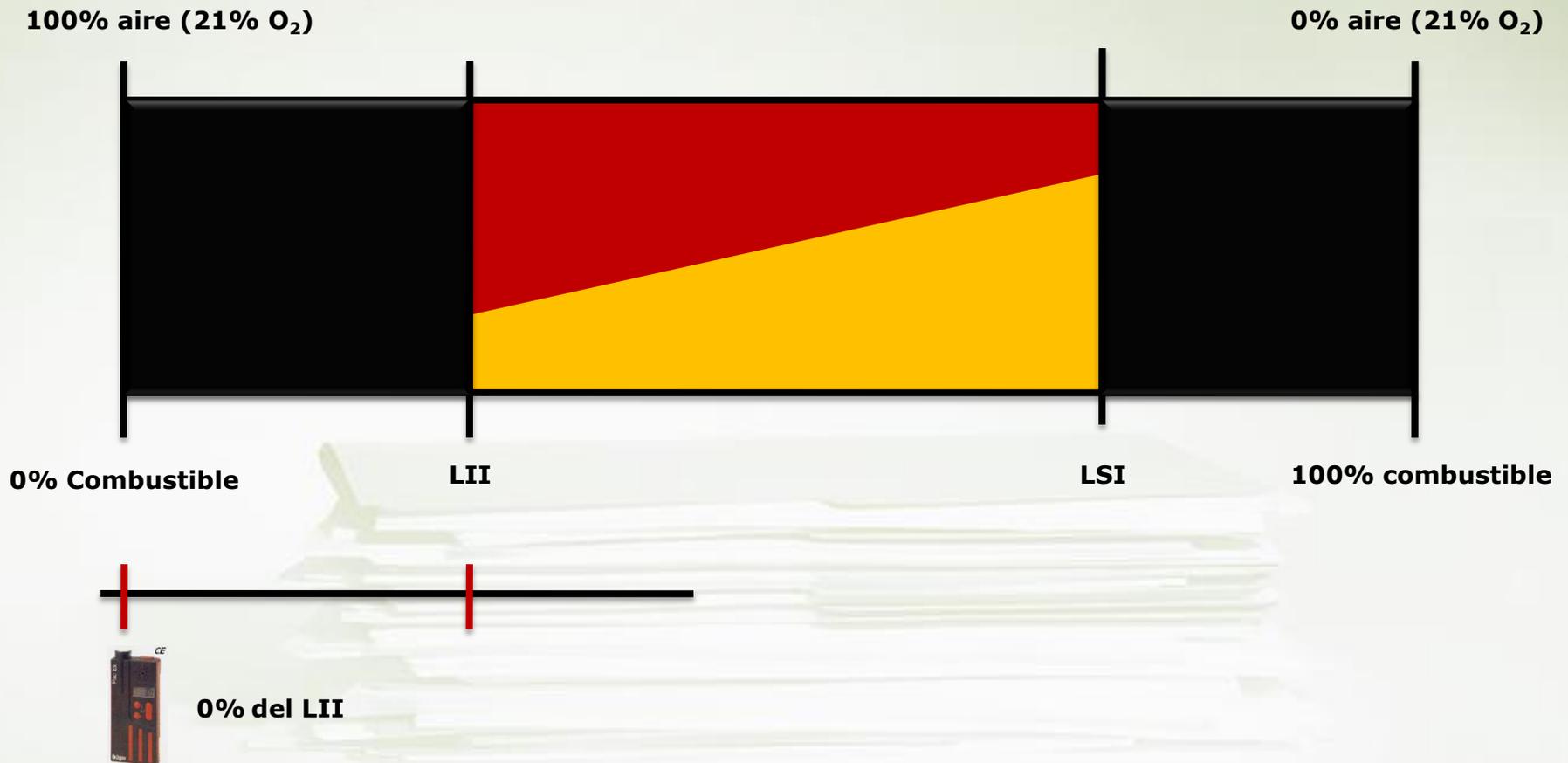
<b>SUSTANCIA</b>	<b>LII</b> % en aire	<b>LSI</b> % en aire
Acetona	2,6	12,8
Acetileno	2,5	81,0
Alcohol Etílico	3,3	19,0
Gasolina	1,4	7,6
Gas Natural	3,8	13,0
Hidrógeno	4,0	75,0
Monóxido de carbono	12,5	74,0
Propano	2,2	9,5
Sulfuro de Carbono	1,3	50
Anhídrido Ftálico	1,1	10,4
Amoníaco	15	28
Kerosene	0,7	5,0

Para Aire con 21% de O<sub>2</sub>

# Medición de Explosividad



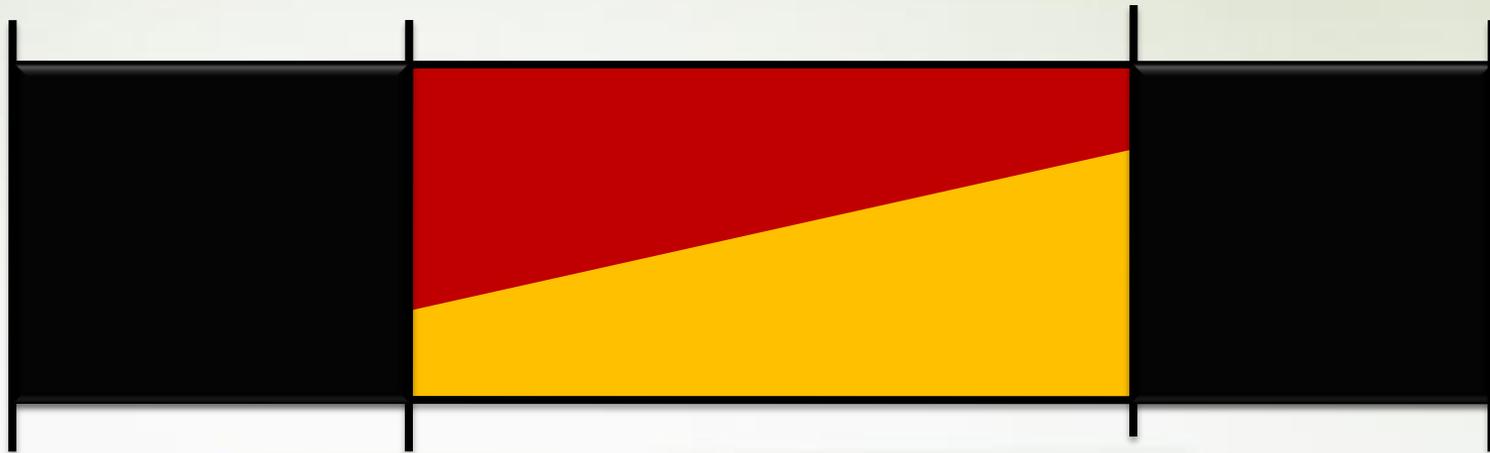
# Medición de Explosividad



# Medición de Explosividad

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



0% Combustible

LII

LSI

100% combustible



100% LII

# Medición de Explosividad

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



0% Combustible

LII

LSI

100% combustible



ERROR o XXX

# Ejemplos



# Acetona

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



Temp. Ignición = - 20 °C

Temp. auto ignición = 465 °C

# Alcohol Etílico

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



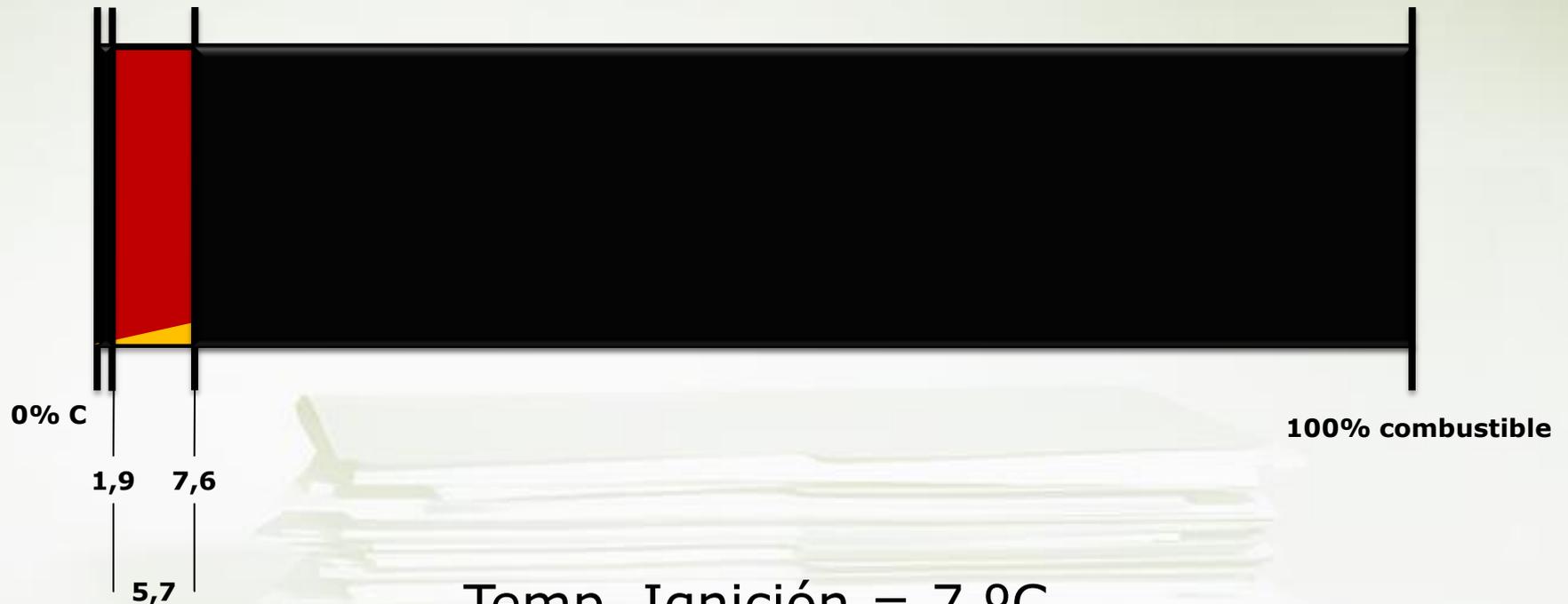
Temp. Ignición = 21 °C

Temp. auto ignición = 378 °C

# Nafta

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



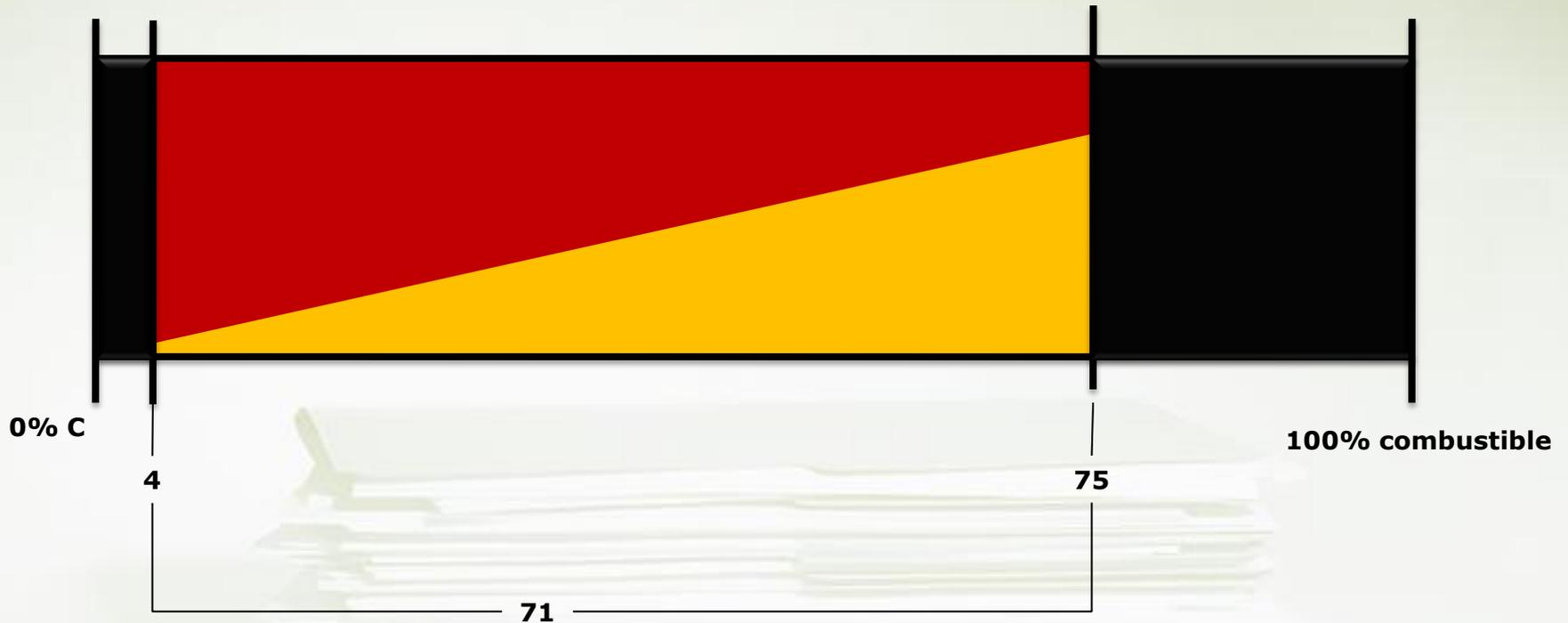
Temp. Ignición = 7 °C

Temp. auto ignición = 260 °C

# Hidrógeno

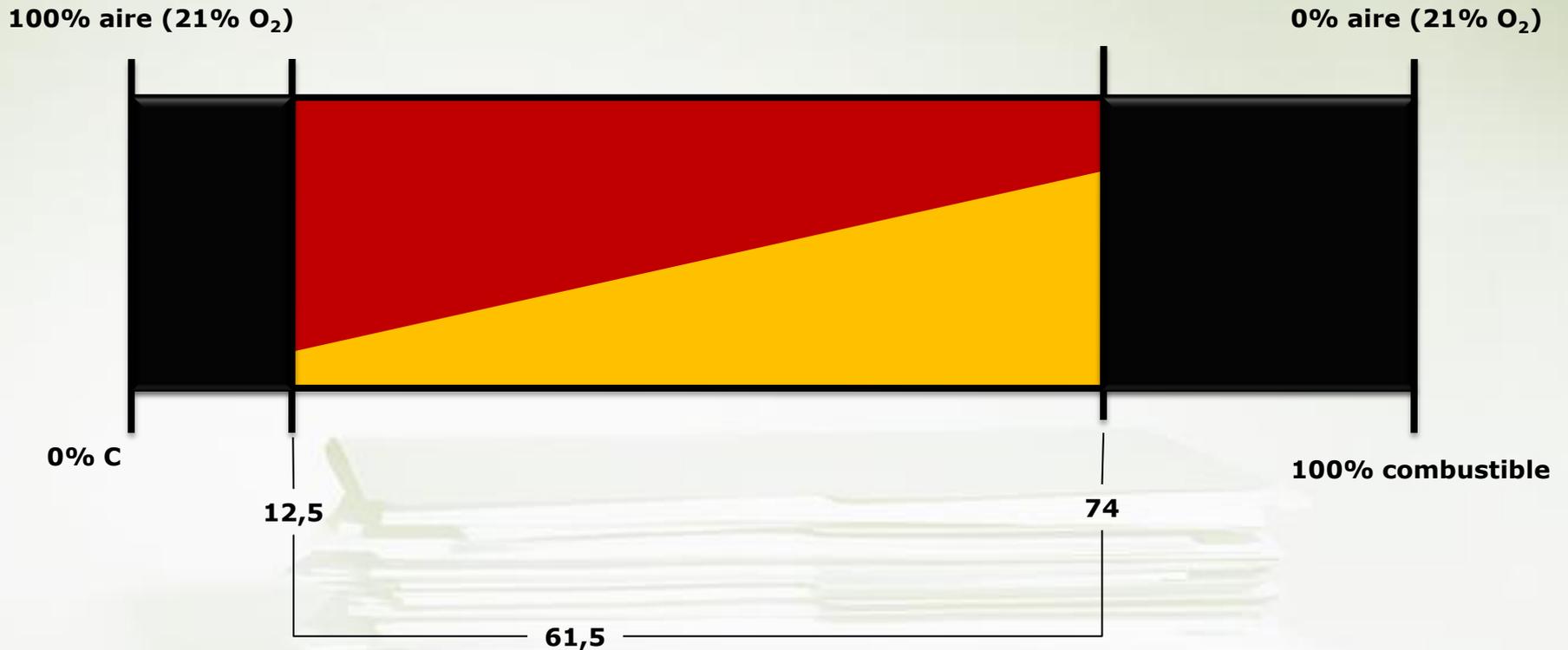
100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



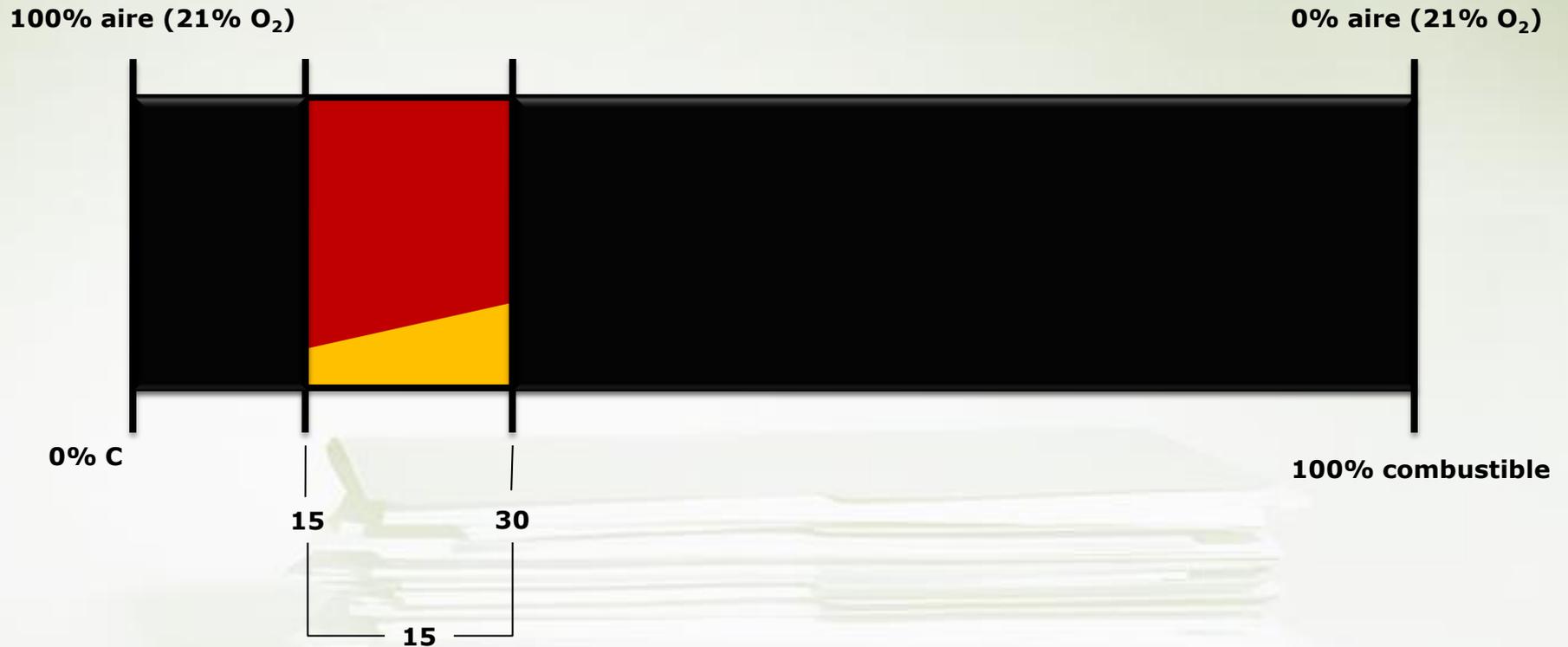
Temp. auto ignición = 571 °C

# Monóxido de Carbono



Temp. auto ignición. = 650 °C

# Amoníaco



Temp. auto ignición = 630 °C

# Kerosene

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



Temp. ignición = 37 °C

Temp. auto ignición = 254 °C

# Sulfuro de Carbono

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



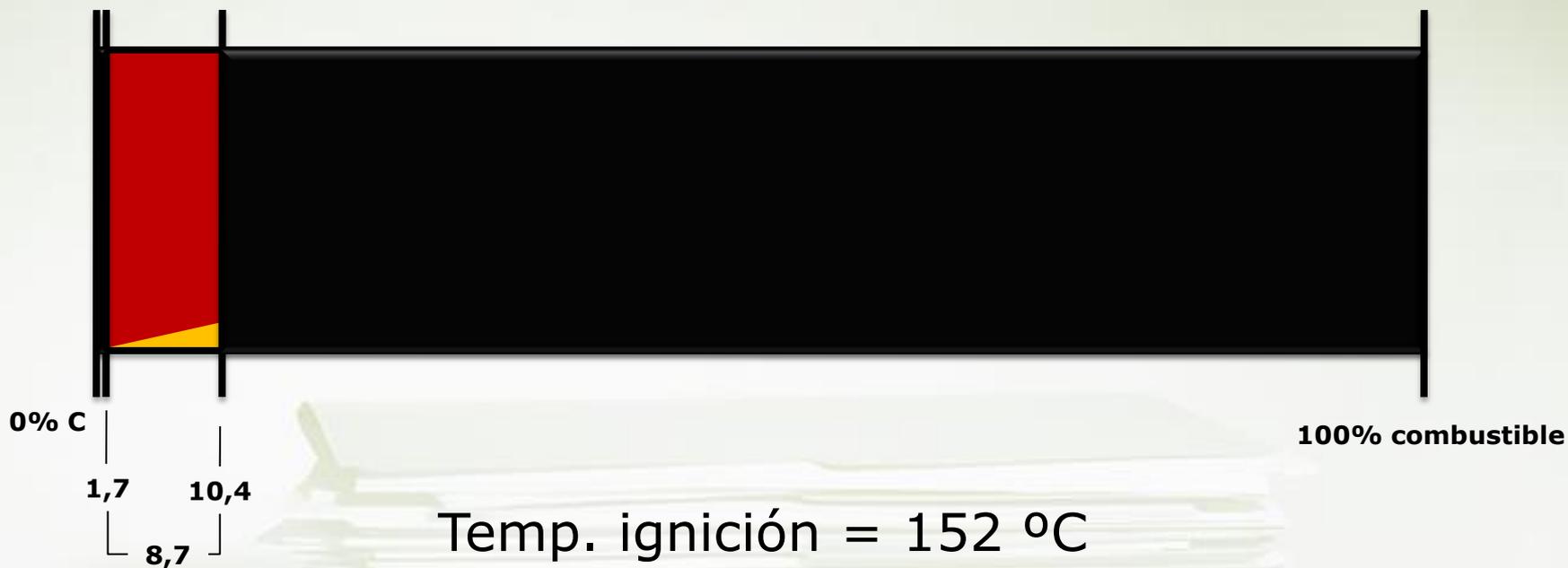
Temp. ignición = - 30 °C

Temp. auto ignición = 90 °C

# Anhídrido Ftálico

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



Temp. ignición = 152 °C

Temp. auto ignición = 570 °C

Temp. fusión = 131 °C

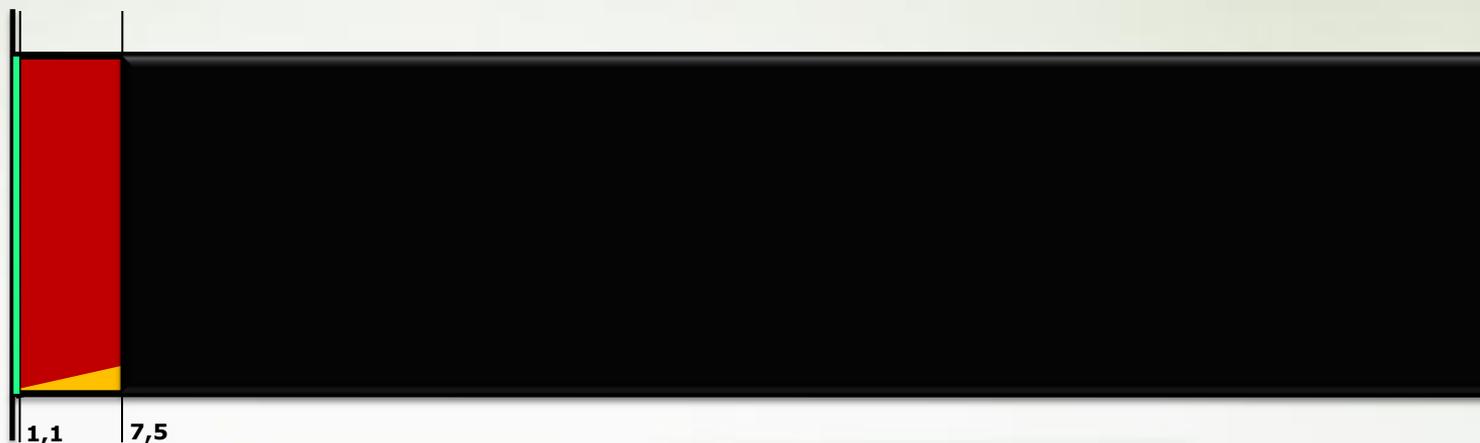
# Ejemplo de Medición de Explosividad



# Medición de Explosividad n-Hexano

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



0% Combustible

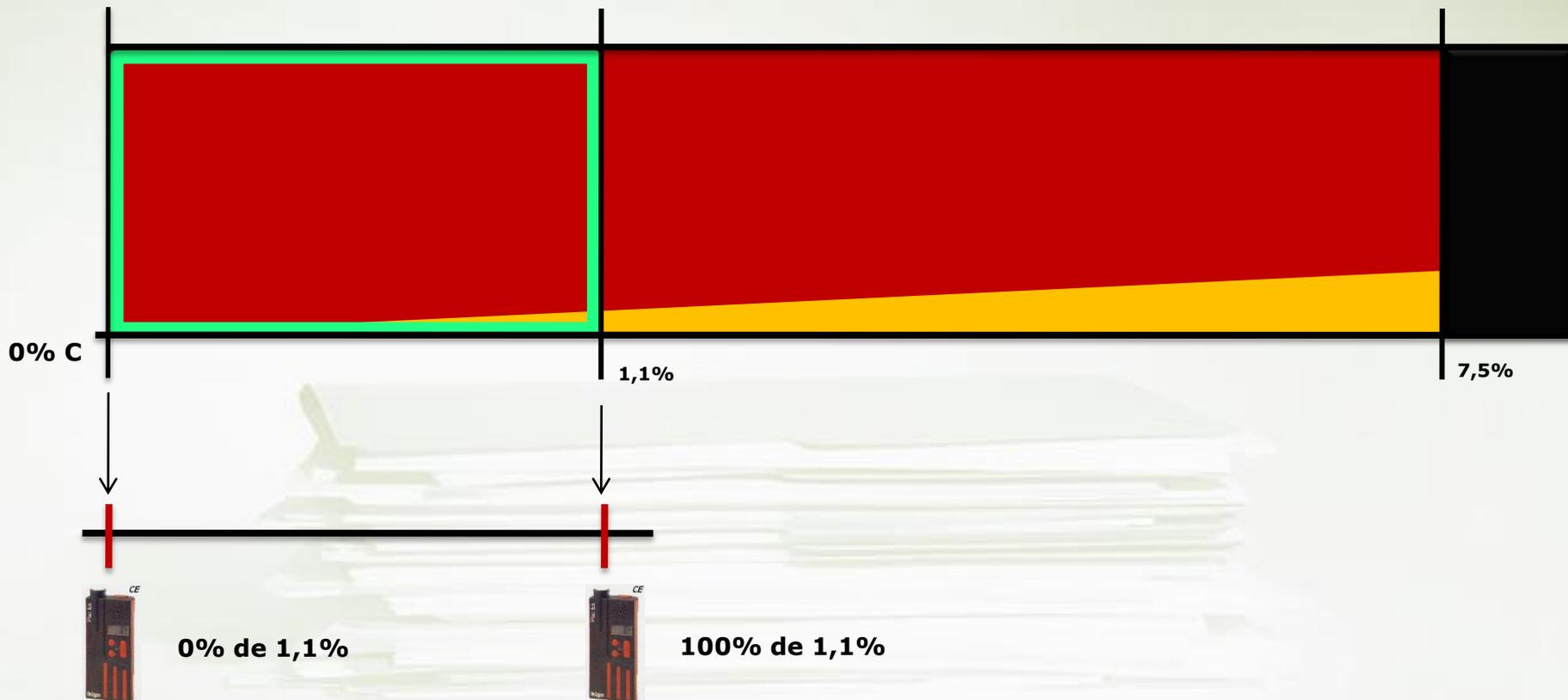
100% combustible

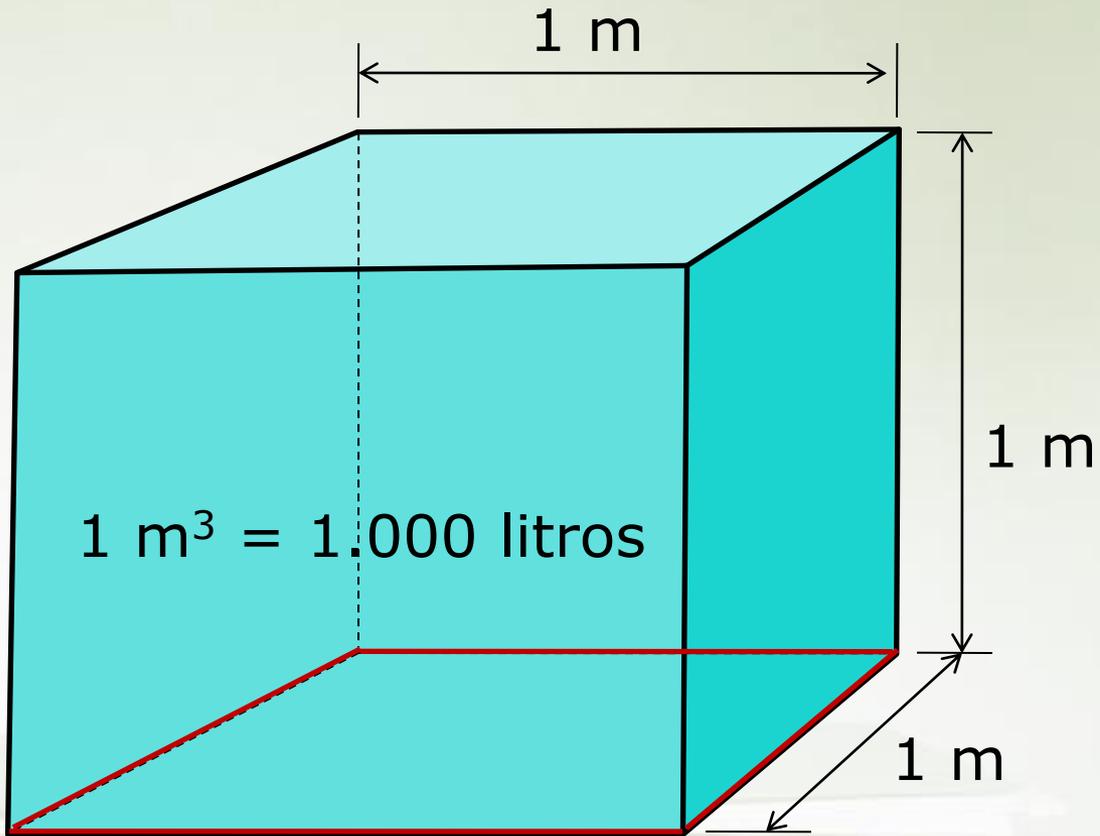
Temp. Ignición = - 22 °C

Temp. auto ignición = 225 °C

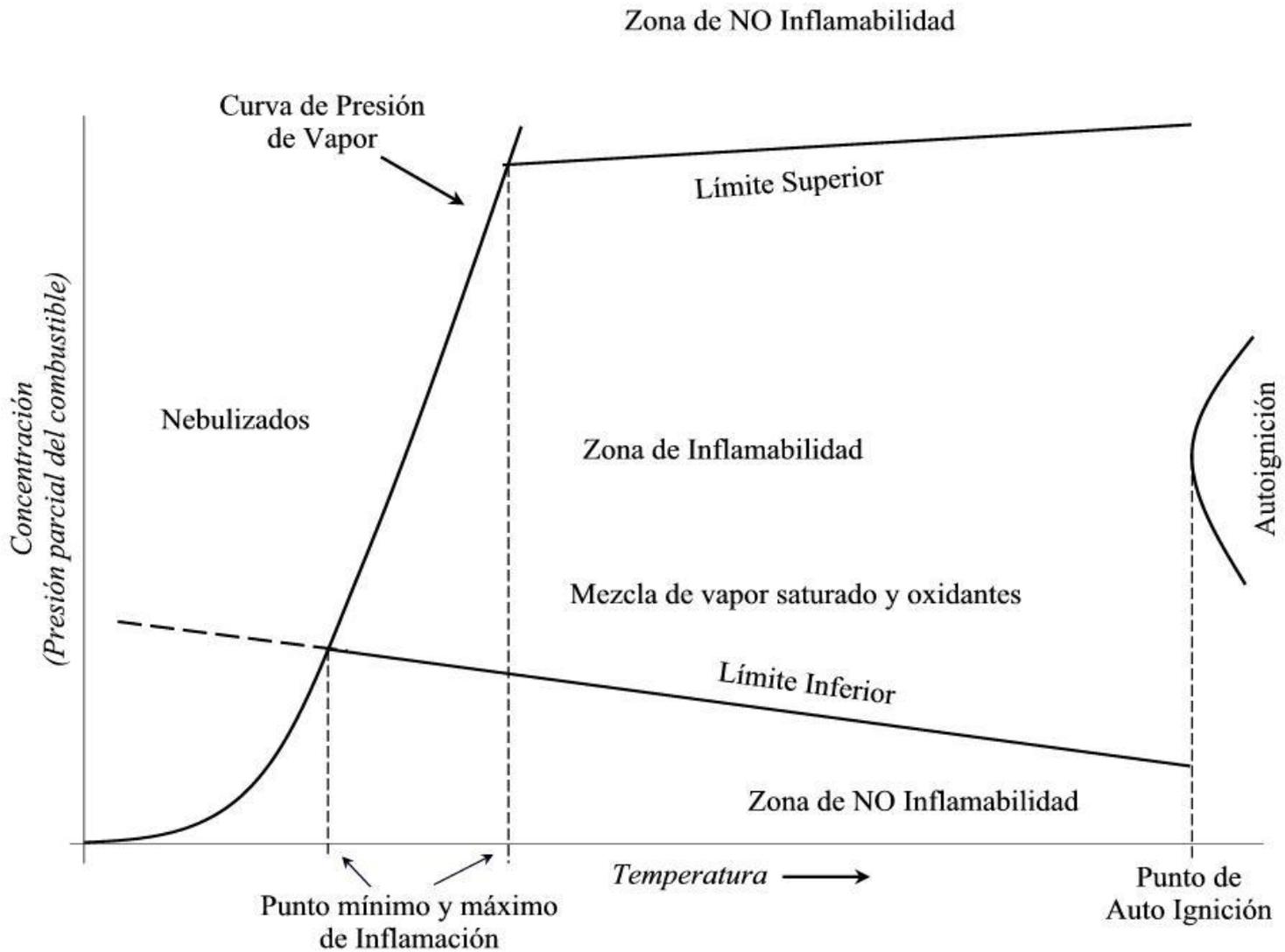
# Medición de Explosividad n-Hexano

100% aire (21% O<sub>2</sub>)





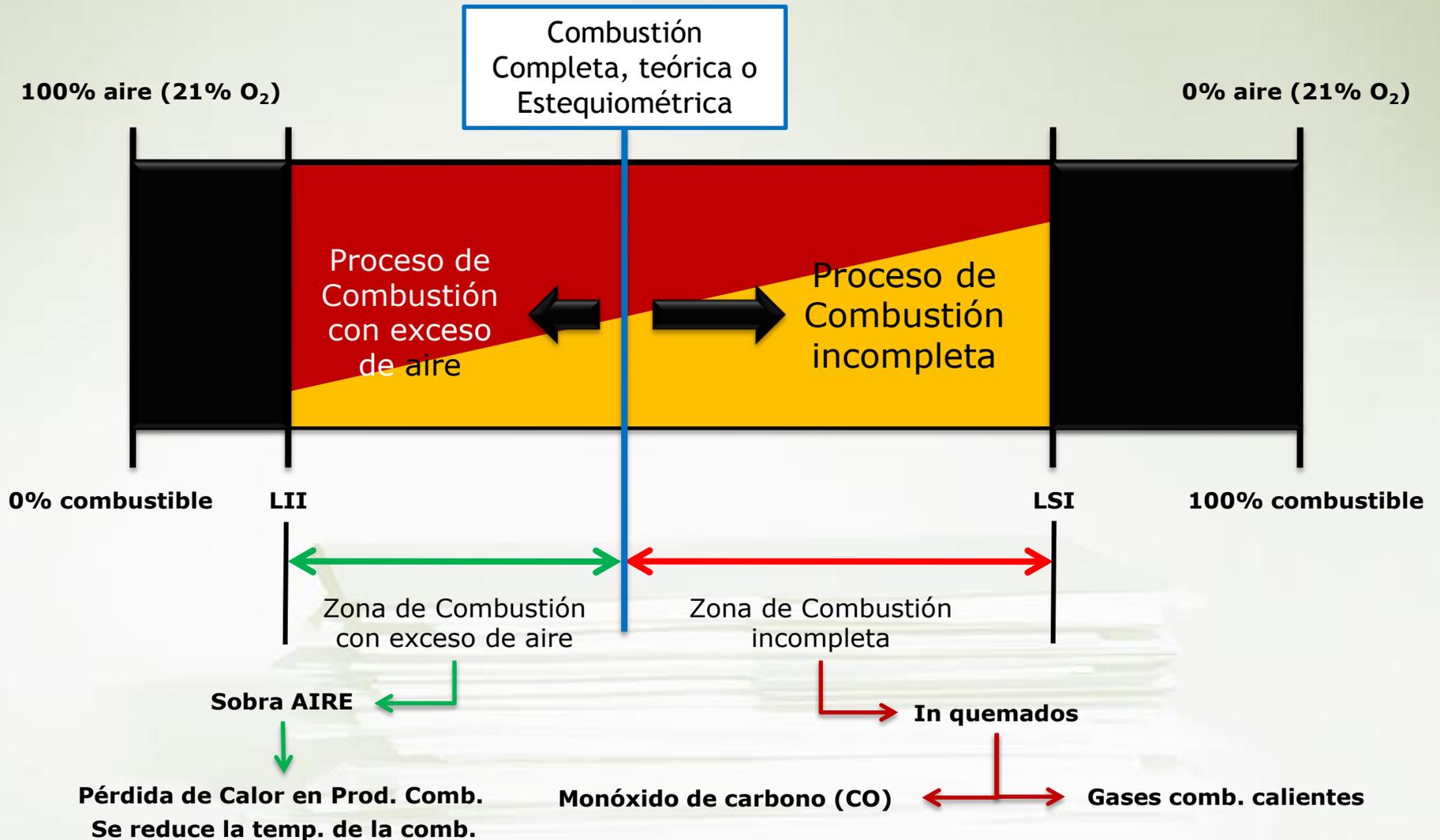
1,1% de 1.000 litros = 11 litros



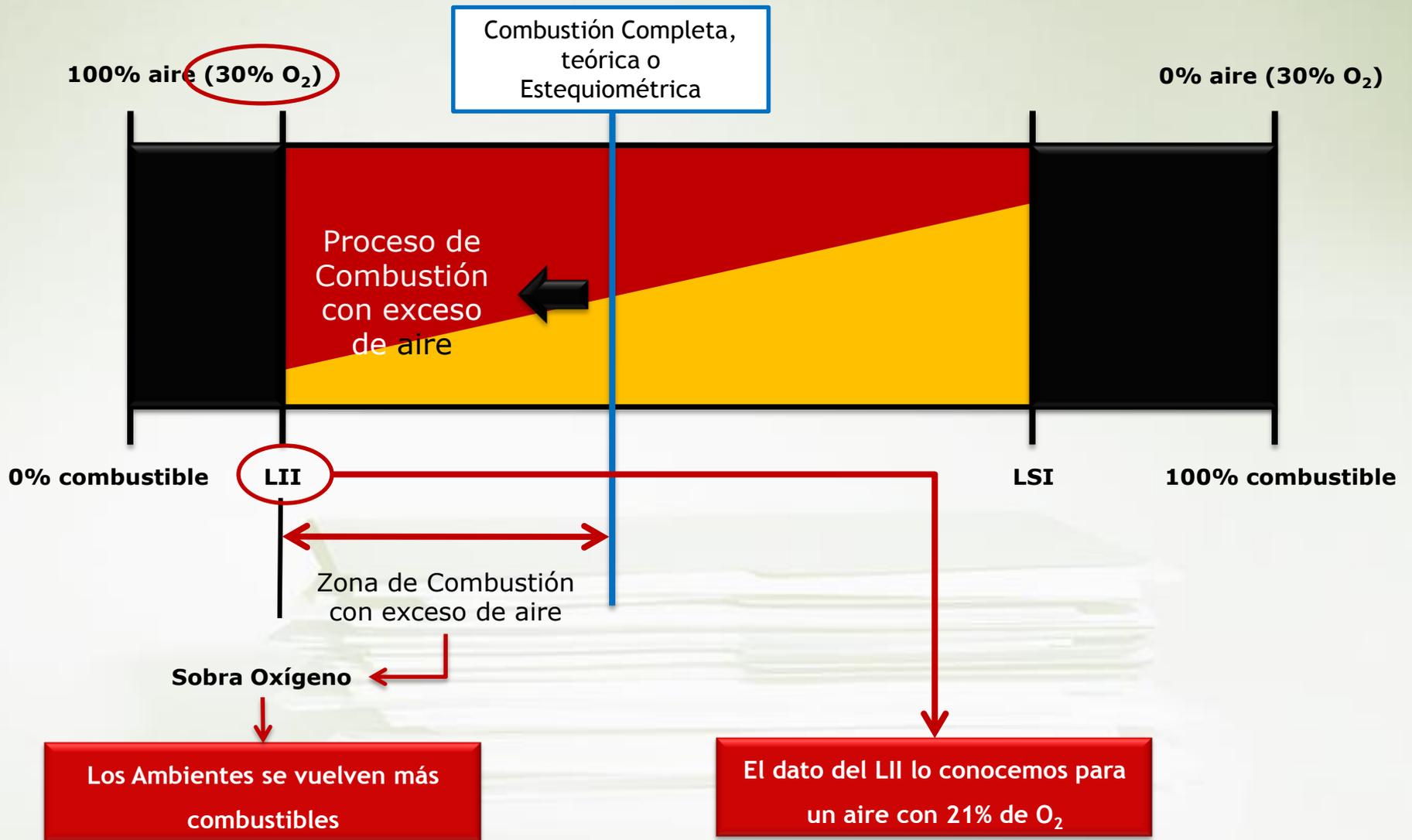
*Límites de Inflamabilidad en Función de la Temperatura*

# Que pasa dentro del Rango de Inflamabilidad?





**Que pasa si tengo un Aire  
con más del 21% de  
oxígeno?**



# Pautas para realizar Mediciones



Un detector de fugas no mide explosividad, solo "huele" la presencia de determinados productos químicos, por lo general los equipos de detección de fugas también miden las PMM en el ambiente.



**El detector de fugas NO sirve como  
explosímetro.**

**El explosímetro NO sirve para medir  
PMM.**

Hay que conocer el proceso productivo donde se va a realizar la medición.

Hay que entenderlo.

Hay que saber que vamos a medir, donde y que está pasando en el equipo o zona donde vamos a realizar la medición.





Conexión del tk con el proceso y su aislación o bloqueo.





**Tipo de Aislación?**  
Separación física  
Disco Ciego  
Válvula cerrada





La planta esta  
en parada  
programada y  
limpia?



La planta esta  
parada por  
emergencia?



Los tanques o equipos de procesos suelen tener en su interior borras, barro o residuos.

En la paredes de los equipos se suele formar una costra o cáscara que retiene productos.

Si voy a soldar o calentar una zona del equipo, el calor puede vaporizar productos después de la medición, y no sólo generar gases inflamables, sino, también del tipo tóxicos.

Muchos accidentes resultan de cambios en las atmósferas, después de ocurrida la entrada.

La única manera de detectar los cambios antes de que se torne una atmósfera peligrosa es monitoreando continuamente el ambiente.

Leer el manual de funcionamiento del equipo antes de su uso.

Todos los equipos son distintos, aunque aparentemente funcionen iguales.

Hay que saber las limitaciones del equipo, las interferencias y los errores de medición.

Un buen equipo tiene un buen manual.

Solicite capacitación y entrenamiento en caso de no saber usar el equipo o realizar una medición.

Encender el equipo en una atmósfera donde haya garantías de ausencias de gases combustibles.



Antes de usar el equipo verificar que el mismo tenga vigente la calibración externa.

En caso de dudas realice una medición en una atmósfera donde tenga la certeza absoluta de que existen gases combustibles.

Para realizar una medición tenga en cuenta la densidad de los gases combustibles. Los vapores más pesados que el aire deben ser medidos a nivel del suelo o en la parte inferior del equipo.



Medir en la cercanía por donde podría producirse la pérdida o filtración, como ser bridas, válvulas, perforaciones, desagües, etc.

Deje pasar unos minutos y volver a medir para certificar o garantizar el ambiente de trabajo.

En un lugar abierto tenga en cuenta la dirección del viento para realizar la medición.

En un ambiente confinado, antes de realizar la medición pedir el plano del equipo para estudiar las posibles acumulaciones internas dentro del equipo, como así los ingresos y salidas de las sustancia a medir.

En un ambiente confinado realizar mediciones en varios puntos distintos y a distintos niveles, de manera de poder configurar una grilla tridimensional de mediciones.

Para autorizar un trabajo el valor de la medición debe ser cero (0) en repetidas mediciones.

Igualmente siempre verificar el equipo o instalación donde se va a trabajar para asegurar que este valor cero (0) no es casual o temporal.

Antes de medir gases combustibles se debe proceder a medir el nivel de oxígeno, el mismo debe dar entre 20,8 y 21%.

Si el nivel de oxígeno es mayor del 21% el valor de la medición del equipo no representará la realidad de la combustibilidad del ambiente.

Con niveles de oxígeno por encima del 21% los ambientes se vuelven más combustibles y encienden en condiciones de menores de temperatura de ignición y con fuentes de ignición más débiles, cuando no, encienden por sí solos.

No es recomendable realizar un trabajo en estas condiciones.

Con niveles de oxígeno por debajo del 20,8% no se producen condiciones de mayor combustibilidad en los ambientes de trabajo, pero se puede configurar un ambiente peligroso para los trabajadores que pudieran ingresar a trabajar.



Tener cuidado con procesos que generan oxígeno cuando se trabaja, como ser el proceso de oxicorte, la medición de oxígeno puede ser normal antes de empezar a trabajar, pero este nivel empieza rápidamente a aumentar con el proceso de oxicorte.

Antes de realizar una medición de oxígeno en el ambiente a trabajar, realice una medición en un ambiente donde tenga la garantía que el nivel de oxígeno en el aire sea el normal.

Los detectores se deben calibrar para el gas que se va a medir, si medimos un gas con un detector calibrado para otro gas, podemos cometer errores, y considerar un ambiente no combustible cuando en realidad superamos el LII.

## Ejemplo

Detector calibrado para METANO

LII metano = 5%

100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)



Cuando el equipo marca 50% tenemos un 2,5% LII

## **Ejemplo**

Que pasa ahora si medimos Propano con el detector calibrado para Metano?

LII propano = 2,1%

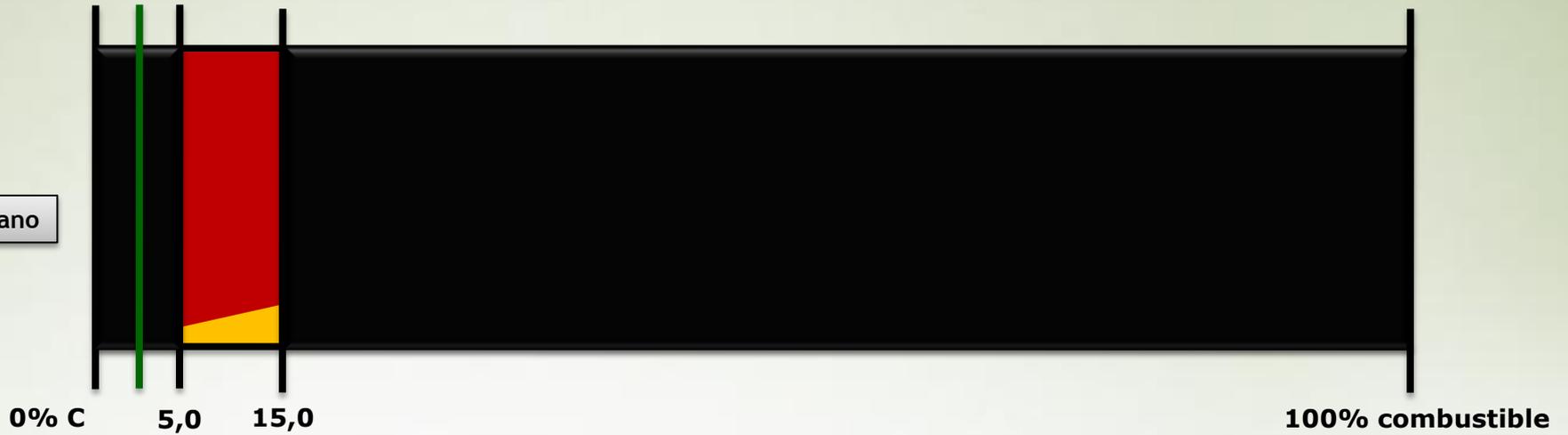
LII metano = 5,0%



100% aire (21% O<sub>2</sub>)

0% aire (21% O<sub>2</sub>)

Metano



Propano



Cuando el equipo marca 50% tenemos un 2,5% LII

<b>Gas</b>	<b>Concentration</b>	<b>Reading [%]</b>
Acetic Acid	4.0 %	29
Acetone	2.6 %	50
Ammonia	15 %	125
Benzene	1.2 %	40
n-Butane	1.8 %	50
Carbon Monoxide	12.5 %	80
Chlorobenzene	1.3 %	34
Ethanol	3.3 %	59
n-Hexane	1.2 %	40
Hydrogen	4.0 %	80
Hydrogen Sulfide	4.3 %	43
Iso Propyl Alcohol	2.2 %	55
<b>Methane</b>	<b>5.0 %</b>	<b>100</b>
Methanol	6.7 %	85
Methyl ethyl ketone	1.9 %	40
n-Pentane	1.4 %	40
Propane	2.1 %	50
Toluene	1.2 %	40

**Tabla 1.** Equivalencias de sensibilidades de los gases

# Análisis de las Particularidades de un Equipo







## **ADVERTENCIA**

Lea este manual detenidamente antes de utilizar el instrumento. El instrumento funcionará tal como fue diseñado sólo si se utiliza y se le da el mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. De lo contrario, éste podría dejar de funcionar tal como diseñado y las personas cuya seguridad depende de este producto podrían sufrir lesiones graves o incluso la muerte.



## ADVERTENCIA

**Lea y siga las instrucciones detenidamente.**

- **Realice la prueba de funcionamiento antes del uso diario y ajústela de ser necesario.**
- **Realice una prueba de funcionamiento con mayor frecuencia si se expone el aparato a siliconas, silicatos, compuestos que contengan plomo, sulfuro de hidrógeno o altos niveles de contaminación.**
- **Compruebe la calibración nuevamente si la unidad está sujeta a impactos físicos.**
- **Utilícelo únicamente para detectar los gases/vapores para los que se instala un sensor.**
- **No lo utilice para detectar polvos ni humedad combustible.**
- **Asegúrese de la presencia del oxígeno apropiado.**
- **No obstruya los sensores.**
- **Haga que una persona debidamente calificada y capacitada interprete los valores indicados en el instrumento.**
- **No recargue la batería polímero de Li en una atmósfera combustible.**
- **No altere ni modifique el instrumento.**

**EL USO INCORRECTO PUEDE CAUSAR GRAVES LESIONES O INCLUSO LA MUERTE.**



## ADVERTENCIA

**Lea y siga las instrucciones detenidamente.**

- **Realice la prueba de funcionamiento antes del uso diario y ajústela de ser necesario.**
- **Realice una prueba de funcionamiento con mayor frecuencia si se expone el aparato a siliconas, silicatos, compuestos que contengan plomo, sulfuro de hidrógeno o altos niveles de contaminación.**
- **Compruebe la calibración nuevamente si la unidad está sujeta a impactos físicos.**
- **Utilícelo únicamente para detectar los gases/vapores para los que se instala un sensor.**
- **No lo utilice para detectar polvos ni humedad combustible.**
- **Asegúrese de la presencia del oxígeno apropiado.**
- **No obstruya los sensores.**
- **Haga que una persona debidamente calificada y capacitada interprete los valores indicados en el instrumento.**
- **No recargue la batería polímero de Li en una atmósfera combustible.**
- **No altere ni modifique el instrumento.**

**EL USO INCORRECTO PUEDE CAUSAR GRAVES LESIONES O INCLUSO LA MUERTE.**



## ADVERTENCIA

Lea y siga las instrucciones detenidamente.

- Realice la prueba de funcionamiento antes del uso diario y ajústela de ser necesario.
- Realice una prueba de funcionamiento con mayor frecuencia si se expone el aparato a siliconas, silicatos, compuestos que contengan plomo, sulfuro de hidrógeno o altos niveles de contaminación.
- Compruebe la calibración nuevamente si la unidad está sujeta a impactos físicos.
- Utilícelo únicamente para detectar los gases/vapores para los que se instala un sensor.
- **No lo utilice para detectar polvos ni humedad combustible.**
- Asegúrese de la presencia del oxígeno apropiado.
- No obstruya los sensores.
- Haga que una persona debidamente calificada y capacitada interprete los valores indicados en el instrumento.
- No recargue la batería polímero de Li en una atmósfera combustible.
- No altere ni modifique el instrumento.

**EL USO INCORRECTO PUEDE CAUSAR GRAVES LESIONES O INCLUSO LA MUERTE.**



## ADVERTENCIA

**Lea y siga las instrucciones detenidamente.**

- **Realice la prueba de funcionamiento antes del uso diario y ajústela de ser necesario.**
- **Realice una prueba de funcionamiento con mayor frecuencia si se expone el aparato a siliconas, silicatos, compuestos que contengan plomo, sulfuro de hidrógeno o altos niveles de contaminación.**
- **Compruebe la calibración nuevamente si la unidad está sujeta a impactos físicos.**
- **Utilícelo únicamente para detectar los gases/vapores para los que se instala un sensor.**
- **No lo utilice para detectar polvos ni humedad combustible.**
- **Asegúrese de la presencia del oxígeno apropiado.**
- **No obstruya los sensores.**
- **Haga que una persona debidamente calificada y capacitada interprete los valores indicados en el instrumento.**
- **No recargue la batería polímero de Li en una atmósfera combustible.**
- **No altere ni modifique el instrumento.**

**EL USO INCORRECTO PUEDE CAUSAR GRAVES LESIONES O INCLUSO LA MUERTE.**

Asimismo, realice una prueba de funcionamiento con mayor frecuencia si la atmósfera probada contiene los materiales siguientes, los cuales podrían desensibilizar el sensor de gases combustibles y limitar sus lecturas:

- Siliconas orgánicas
- Silicatos
- Compuestos que contienen plomo.
- Exposiciones superiores a 200 ppm de sulfuro de hidrógeno o exposiciones superiores a 50 ppm durante un minuto.

## MSA

## SEGURIDAD DEL INSTRUMENTO

Una lectura de gas combustible de "XXX" indica que la atmósfera es superior al 100 % de LEL o a 5,00 % de vol CH<sub>4</sub> respectivamente y existe riesgo de explosión.  
Aléjese inmediatamente de la zona de peligro.

- No utilice el detector multigases ALTAIR 4 para probar gases tóxicos o combustibles con las siguientes atmósferas dado que podría obtener lecturas erróneas:
  - Atmósferas ricas o deficientes en oxígeno,
  - Atmósferas reductoras
  - Escapes de hornos
  - Entornos inertes
  - Atmósferas que contienen polvo/humedad combustible en el aire.

- No utilice el detector multigases ALTAIR 4 para pruebas de gases combustibles en atmósferas que contengan vapores procedentes de líquidos con un alto punto de inflamación (superior a 38 °C, 100 °F) ya que puede producir lecturas erróneamente bajas.

<b>Rango de temperatura</b>	-4 °F a 122 °F ( <u>-20 °C a 50 °C</u> ) en funcionamiento 50 °F a 95 °F (10 °C a 35 °C) mientras carga la batería
<b>Rango de humedad</b>	<u>15 % – 90 %</u> humedad relativa, sin condensación, 5 % – 95 % HR intermitente
<b>Rango de presión atmosférica</b>	11.6 a 17.4 PSIA ( <u>800 kPA a 1.200 kPA</u> )

# MUCHAS GRACIAS

