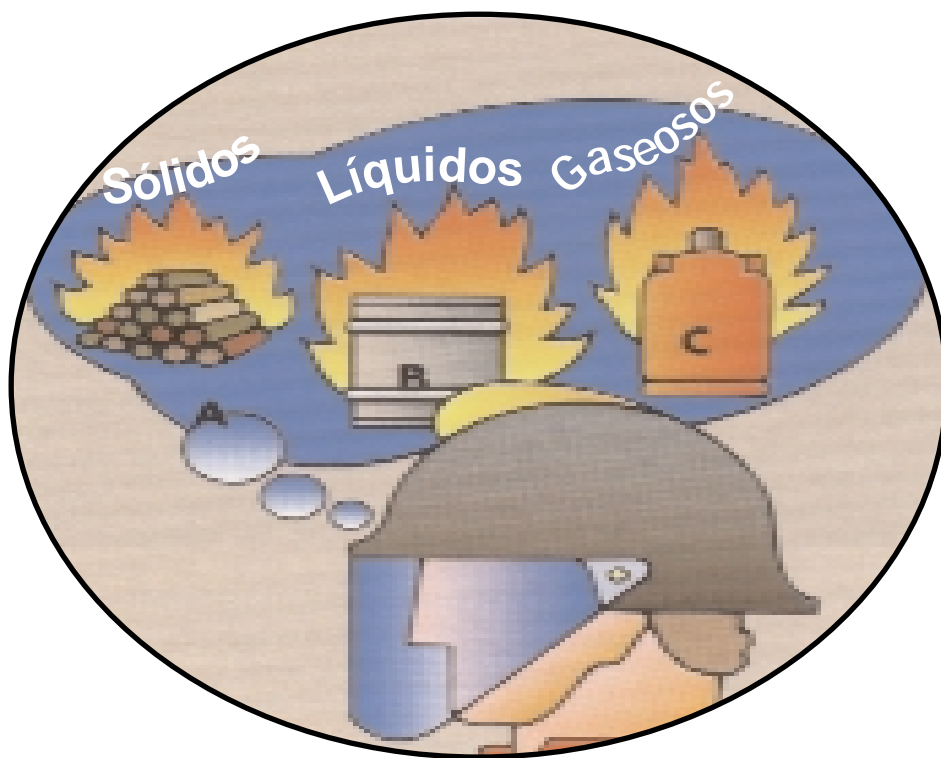




Bomberos de Navarra
Nafarroako Suhiltzaileak



Combustibles Sólidos, Líquidos y Gaseosos

Felix Esparza



4. Tipos de Combustibles

4.1. Definición

Combustible es toda sustancia que emite o desprende energía por combustión controlada (energía química) o excisión nuclear (energía nuclear) capaz de plasmar su contenido energético en trabajo. Es también cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones (necesitará un comburente y una energía de activación).

4.2. Clasificación

Según la norma UNE 23010 se clasifican en:

- **Fuego de Tipo A:** Son fuegos de materiales sólidos, y generalmente de naturaleza orgánica donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas (madera, tejidos, etc).
- **Fuego de Tipo B:** Son fuegos de líquidos o sólidos licuables (gasolina, grasas, etc).
- **Fuego de Tipo C:** Son fuegos de gases. Por ejemplo butano, gas natural, ...

Un concepto que se debe tener presente es que ningún cuerpo arde en su masa o volumen, sino que lo que se quema son los vapores que se desprenden al alcanzar las temperaturas de ignición, inflamación o autoinflamación.

4.3. Combustibles Sólidos

Todos los sólidos combustibles queman produciendo cenizas. La combustión puede ser con llama a incandescente. Su combustibilidad depende de:

- Contenido húmedo del sólido
- Conductibilidad calorífica
- Aptitud y Temperatura de ignición
- Grado de combustión
- Velocidad de propagación
- Carga termina, etc.

4.3.1. Materias celulósicas:

La celulosa es un hidrato de carbono CHO. Altamente polimerizado. Se presenta en forma alfa, beta o gamma según su grado de polimerización. Es el combustible históricamente más conocido. Es el principal componente de la madera, papel e infinidad de tejidos. Su punto de ignición es 230 °C.



Las temperaturas de ignición de la madera y derivados dependen de:

- 1º Densidad.
- 2º Características físicas (dimensiones y forma)
- 3º Humedad.
- 4º Velocidad y duración del calentamiento.
- 5º Naturaleza del foco de calor.
- 6º Suministro y velocidad del aire.

4.3.2. *Plásticos:*

Son materiales que contienen como ingrediente esencial una sustancia orgánica de alto peso molecular, normalmente en forma de polímero. Son poco resistentes al calor y frente a él se comportan según este orden:

- 1º Reblandecen
- 2º Deforman
- 3º Descomponen con o sin combustión.

El grado de combustibilidad depende de la estructura (C-H o C-H-O) y de sus aditivos. Durante su combustión:

- Generan gases tóxicos
- Gran volumen de humos densos
- Funden y escurren

Su poder calorífico es elevado (4.000 a 11.000 Cal/gr.). Por sus propiedades frente al calor, y como polímeros que son se clasifican en:

- Termoplásticos: Reblandecen, funden y endurecen sin perder propiedades.
- Termoestables: Con el calor sufren transformaciones químicas irreversible y su endurecimiento es permanente
- Elastómeros: Gomas naturales o sintéticas.

Propiedades físico-químicas:

- 1º Baja conductividad.
- 2º Baja densidad (0,8-2,3).
- 3º Flexibilidad y baja resistencia a la tracción.
- 4º Alta resistencia al desgaste y a la corrosión.
- 5º No suelen resistir más de 100 ° C.
- 6º Los termoplásticos resisten a los ácidos y los termoestables a los disolventes.
- 7º Elevada velocidad de propagación de llama.
- 8º Fusibilidad por debajo de 350°C.

Gases desprendidos en la combustión de plásticos:

CO, Fenol, Compuestos nitrogenados, Acido cianhídrico, Acido fórmico, NH₃.

4.3.3. *Metales:*

4.3.3.1. *Características generales:*

- 1ª Gran conductividad térmica y eléctrica
- 2ª Dúctiles y maleables, buenas cualidades mecánicas
- 3ª Brillo característico
- 4ª Suelen ser sólidos
- 5ª Admiten aleaciones
- 6ª Temperatura de fusión específica.

Todos los metales son combustibles en determinadas condiciones (estado de disgregación, temperatura, atmósfera, oxidante, etc.). Algunos incluso no necesitan la presencia de aire u O₂ y pueden arder en atmósferas de N, CO₂, vapor de agua.

Las características de los fuegos de metales son muy variadas en función de los humos, calores de ignición y combustión, condiciones propicias, etc.

El gran problema de los fuegos de metales es que generalmente no admiten los medios de extinción básicos, teniendo que recurrir a medios específicos.

Podríamos dividir los metales en pesados y ligeros, siendo éstos los más problemáticos por su mayor combustibilidad, dividiéndose a su vez en alcalinos y alcalinotérreos.

-**Magnesio:** Muy inflamable. Puede producir autoignición cuanto esté humedecido. Si el foco es pequeño se puede apagar con grandes cantidades de agua a chorro y si no con grafito, talco, polvo químico especial o gases específicos (trifluoruro de boro).

-**Metales alcalinos** (Na, K, Li): Se oxidan rápidamente en presencia de humedad. Pueden formar explosiones al contacto con el agua (Na). Medios de extinción: Grafito, arena, Gases (N, He, argón).

-**Calcio:** Comportamiento parecido al sodio.

-**Aluminio:** Solo arde en láminas o virutas. Descompone el agua durante su combustión. Medios de extinción; grafito, talco, polvo químico, polivalente.



4.3.3.1. *Normas Generales de Extinción:*

Si es posible, aislar la parte que está ardiendo del resto y dejar que se consuma, si no extinguir cada uno con sus medios específicos de extinción. Nunca agua, espuma, CO₂, o polvo químico universal.

En general son eficaces el grafito en polvo y la arena seca.



Aplicación de agente extintor a un fuego de metal mediante pala

Especial atención debemos prestar a los metales radiactivos por el peligro contaminante de sus gases de combustión. En algunos casos de reacción incontrolada pueden dar lugar a explosiones. Por lo demás sus características de combustión y extinción son parecidas a las del resto de los metales combustibles (Uranio, Torio y Plutonio).

Suelen arder lentamente. Precauciones: correcta evacuación, controlar la exposición personal y los productos de la combustión.

4.3.4. *Polvos*

Dada su gran superficie de reacción su velocidad de combustión suele ser elevada. Factores que influyen sobre la explosión de polvos.

- 1° Inflamabilidad del material.
- 2° Dimensiones de sus partículas.
- 3° Concentración.
- 4° Impurezas.
- 5° Concentración de oxígeno.
- 6° Potencia de la fuente de ignición.

4.4. Combustibles Líquidos

Punto de inflamación (Flash Point) es la T^a mínima bajo la cual un líquido en equilibrio con su vapor, pone una cantidad suficiente de éste para que en contacto con una fuente de ignición se encienda. Se consideran peligrosos aquellos líquidos cuyo punto de inflamación roza los 21°C.

Dado que lo que arde no es el líquido en él sino sus vapores, la velocidad de combustión y propagación varía en función de:

- la presión de vapor
- punto de inflamación y ebullición
- índice de evaporación
- además de factores ambientales (velocidad del viento, temperatura, presión).

Hay que prestar especial atención a ciertas características de los líquidos como:

- Calor latente de vaporización.
- Calor de combustión
- Viscosidad, densidad.
- Volatilidad.
- Límites de inflamabilidad.
- Punto de ebullición, presión de vapor.
- Capacidad de acumular cargas eléctricas
- Capacidad de producir explosiones.
- Energía necesaria de Ignición.

Combustibles líquidos	T ^a Autoignición	Limites explosividad % Aire	Punto de inflamación	Poder calorífico Mcal/Kg.
Tolueno	480	1,2-7,1	4,4	8,59
Alcohol etílico	423	-19	18,2	6,45
Acetona	335	2,6-12,8	-18	
Benceno	560	1,4-71,0	-11	
Aguarrás comercial	232	1,1-6,0	33	
Sulfuro Carbono	102	1,25-44,0	-33	
Gasolina	285	1,4-7,6	-43	
Keroseno		0,7-5,0	37	
Gasóleo		6,0-13		
Petróleo				9,79



4.5. Gases Combustibles

Son los combustibles más empleados. Presentan sobre los sólidos y líquidos ventajas de transporte y almacenamiento, así como mayor luminosidad de llama y mayor poder calorífico, debido a su mayor facilidad de mezcla con el comburente.

Gas es toda sustancia o mezcla que en estado líquido ejerza una presión de vapor mayor de 275 Klca a 38°C.

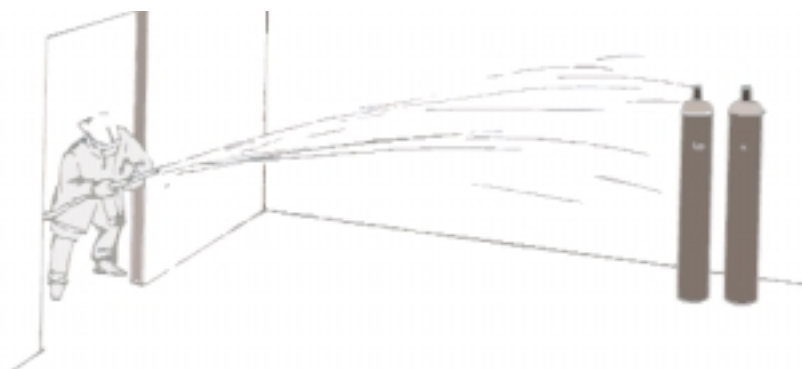
Gas inflamable es cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire. Su inflamabilidad depende de sus límites de inflamación y de su T^a de ignición.

Según sus propiedades físicas se podrían clasificar en comprimidos, licuados y criogénicos. Según su origen en puros, (verdaderos) e industriales, (subproductos).

Importante tener en cuenta la capacidad de los gases combustibles de producir explosiones, a la hora de su extinción.

Veamos ahora algunos gases específicos:

- **Acetileno**: Reactivo, comprimido, industrial, inestable. Se descompone rápidamente formando carbono o H₂ y produciendo calor. Puede iniciarse la descomposición por impacto mecánico. Reacciona con ciertos metales producción carburos metálicos (explosivos). Se almacena y transporta en botellas rellenas de una masa porosa saturada de acetona.



Refrigeración de botellas de acetileno mediante posición de protección

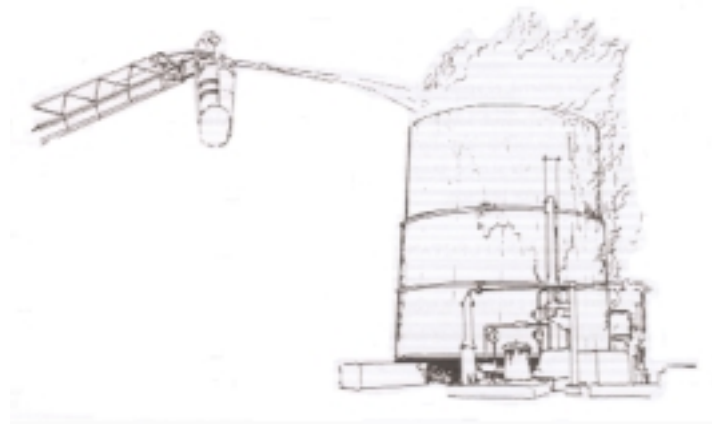
- **Amoniaco**: licuado, industrial. Combustibilidad limitada debido a su elevado límite inferior de inflamación y su bajo calor de combustión.

- **Etileno**: Comprimido, criogénico, industrial, reactivo. Margen de inflamabilidad muy amplia. Alta peligrosidad de combustión. Más denso que el aire a temperatura de ebullición.

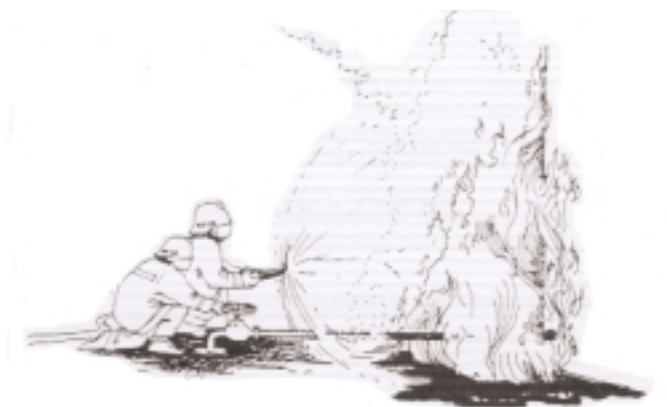
- **Hidrogeno**: Comprimido, criogénico, industrial. Tienen un margen de inflamación extremadamente amplio y la velocidad de combustión más alta de todos los gases. Su T^a de ignición es alta, pero su energía de ignición es muy baja, así como su calor de combustión. Llama poco luminosa.

- **Gas natural licuado**: Criogénico, combustible.

- **Gas licuado del petróleo**: Licuado, combustible.



Extinción de fuego de combustible líquido



Protección mediante cortina de agua para la aproximación y cierre de la valvula en fuego de gases



