

La combustión de la madera

El fuego o combustión es una rápida reacción química de oxidación de carácter exotérmico (y de luz), autoalimentada, con presencia de un combustible en fase sólida, líquida o gaseosa. Según las Normas **UNE**: *El fuego es una combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo, llamas o ambos, y que según sea, su velocidad de la reacción su clasificación sería:*

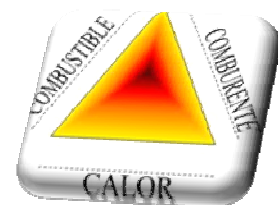
⇒ Si la reacción es lenta, es **OXIDACIÓN**; no hay aumento de la temperatura (oxidación del hierro, amarilleo del papel). Se produce sin emisión de luz y poca emisión de calor que se disipa en el ambiente.

⇒ Si la reacción es normal, es **COMBUSTIÓN**; se produce con emisión de luz (llama) y calor, que es perceptible por el ser humano. El frente de llama tiene unos valores de varios centímetros por segundo.

⇒ Si la reacción es rápida, es **DEFLAGRACIÓN**; combustión que se produce cuando la velocidad de propagación del frente de llama es menor que la del sonido; su valor se sitúa en el orden de metros por segundo. Ondas de presión 1 a 10 veces la presión inicial.

⇒ Si la reacción es muy rápida, es **DETONACIÓN**; combustión que se produce cuando la velocidad de la propagación del frente de llama es mayor que la del sonido; se alcanzan velocidades de kilómetros por segundo. Ondas de presión de hasta 100 veces la presión inicial.

Una simplificación gráfica habitual para describir el proceso de la combustión es el denominado **triángulo del fuego**.



Con él se quiso significar que el fuego no podía producirse sin que se unieran tres elementos: el **combustible**, el **comburente** y la **energía de activación** (calor).

Y que pueden definirse de la forma siguiente:

- ✓ **Combustible**: Es cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones. Cualquier materia que pueda arder o sufrir una rápida oxidación.
- ✓ **Comburente**: Es el elemento en cuya presencia el combustible puede arder (normalmente oxígeno). Sustancia que oxida al combustible en las reacciones de combustión.

El oxígeno es el agente oxidante más común. Por ello, el aire, que contiene aproximadamente un 21 % en volumen de oxígeno, es el comburente más habitual en todos los fuegos e incendios. Algunas sustancias químicas que desprenden oxígeno bajo ciertas condiciones.

Nitrato Sódico (Na NO_3), **Clorato Potásico** (KClO_3), son agentes oxidantes cuya presencia puede provocar la combustión en ausencia de comburente; otros productos, como la nitrocelulosa, arden sin ser necesaria la presencia de aire por contener oxígeno en su propia estructura molecular.

- ✓ **Energía de Activación**: Es la energía (calor) que es preciso aportar para que el combustible y el comburente reaccionen. Es la energía necesaria para el inicio de la reacción.

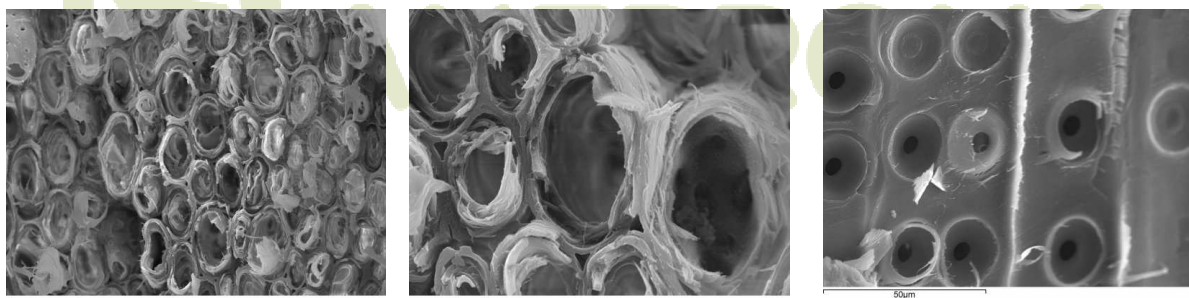
Para que las materias en estado normal actúen como reductores necesitan que se les aporte una determinada cantidad de energía para liberar sus electrones y compartirlos con los más próximos del oxígeno. Esta energía se llama “energía de activación” y se proporciona desde el exterior por un foco de ignición (calor).

De la energía desprendida en la reacción, **parte** se disipa en el ambiente provocando los efectos térmicos derivados del incendio **y el resto** calienta a unos productos reaccionantes aportando la energía de activación precisa para que el proceso continúe.

La humedad, la luz, forma de apilado, temperatura ambiente, etc., son factores que junto con las características físicas de los combustibles, hacen variar la energía de activación necesaria.

La madera material de composición química carbonosa, es un material que ha sido y es indistintamente utilizado desde los albores de la historia para multitud de usos (estructural, calentarse, armas, embarcaciones, cocinar...). En este sentido, surge la pregunta siguiente: **¿cómo puede entenderse que un material que compone la estructura principal de las infraestructuras más antiguas, como cubiertas de catedrales, palacios o incluso pilotes de puentes, edificios..., pueda ser a su vez un material combustible?**

Es una pregunta que tiene fácil respuesta, la madera es un material cuyo origen es un ser vivo y posee una estructura conformada por carbono, hidrógeno y oxígeno. A esto se le añade que es una estructura construida para conducir líquidos a su través.



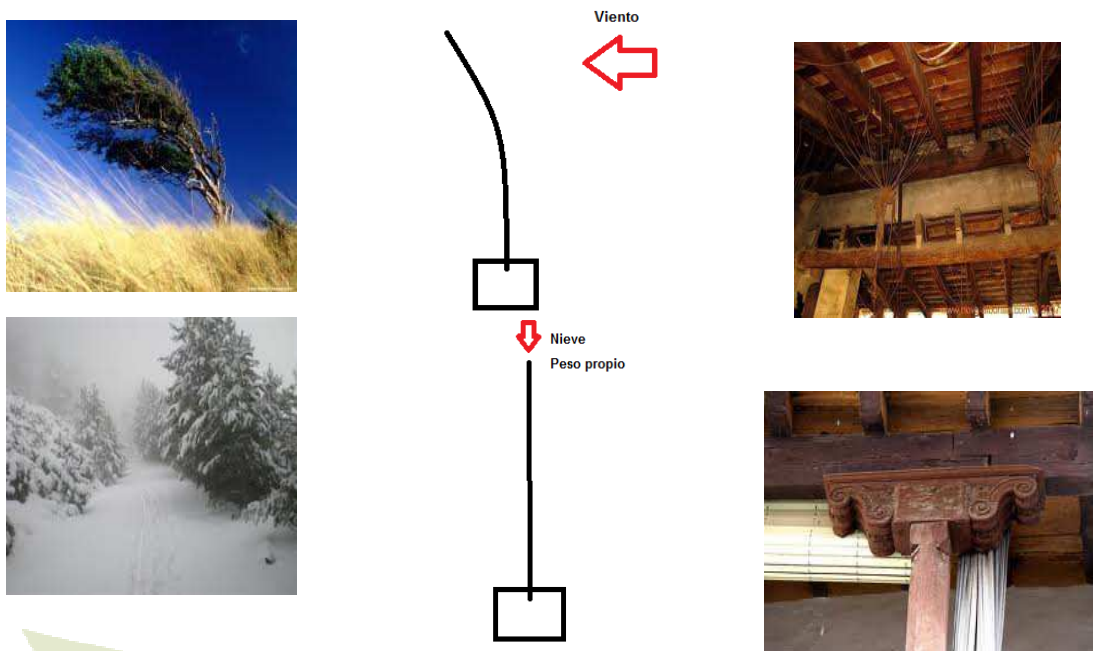
Cortes transversales tomados en el microscopio electrónico

Punteaduras laterales tomadas en el microscopio electrónico

Si pudiésemos ver al microscopio electrónico la estructura interior de la madera se encontraría un tejido formado por pequeños conductos o tubos -denominados células- cuya misión es la de conducción de los líquidos (agua, savia). Este sistema de tuberías **está caracterizado porque el interior de los tubos o conductos son huecos y permiten el movimiento de líquidos a su través y lateralmente con conductos o células contiguas.**

Las células, además de tener una función conductora, tienen una función estructural para soportar los esfuerzos a los que se ve sometida de manera constante, es decir, la

fuerza del viento, correspondiente con un esfuerzo de flexión y a la fuerza del peso propio de su ramaje o de la nieve, correspondiente con un esfuerzo de compresión.



Esquema del comportamiento de la madera en la naturaleza, modelo de cálculo y realidad

El resultado de esta peculiar estructura permite que la madera sea un excelente material resistente pero con la particularidad que es un material poroso y que es combustible por su contenido en carbono, entre otros. Es combustible debido a que en su mayoría la madera está formada por celulosa, hemicelulosa y lignina que son compuestos formados por H, O y C.

Expuesto lo anterior, se comprende que la madera pueda ser un material que entre en combustión a la temperatura de 270-280 °C ya que su estructura interna es porosa y además posee carbono entre sus elementos moleculares. La madera expuesta a un foco de calor disminuye su contenido de humedad en la zona directamente afectada al alcanzarse el punto de ebullición. Si se mantiene el aporte de calor hasta llegar a una T^a de 270 °C comienza el desprendimiento de vapores, que en caso de continuar ascendiendo la T^a , son susceptibles de arder. Este proceso se llama **PIRÓLISIS DE LA MADERA**. Si la madera no se somete a llama directa NO ARDERÁ hasta alcanzar los 400 °C. Y en llama directa alrededor de los 300 °C.

