

## MATERIALES PÉTREOS Y CERÁMICOS

Dentro de los materiales de construcción, además de los ya estudiados como madera y metales, existen otros como los **pétreos** y **cerámicos**.

### Propiedades generales

- Son materiales duros y frágiles. Es por esto que son resistentes al desgaste, aunque sufren fractura sin deformación si el esfuerzo es lo suficientemente alto.
- Son muy resistentes a la oxidación y a la corrosión.
- Puntos de fusión altos.
- Poca resistencia a la tracción.
- Económicamente asequibles.
- Suelen ser inertes (no tóxicos).

### Rocas naturales

Los materiales pétreos utilizados en la construcción son las rocas. Éstas son agregados de partículas minerales muy grandes y sin forma determinada que se encuentran en la naturaleza. Actualmente se utilizan principalmente para ornamentación.

Son ejemplos, los granitos, mármoles y pizarras. Estos son materiales muy apreciados en la construcción, por ser muy resistentes a las condiciones medioambientales, pero presentan el inconveniente de tener un coste alto.

Las rocas pueden ser:

- ✓ **Ígneas:** Proceden del enfriamiento de un magma. Formadas básicamente por silicatos, Al, Fe, Ca, Mg, Na y K. Según el enfriamiento sufrido, tienen estructura diferente: vítreas (brusco) y cristalinas. Se dividen en volcánicas y plutónicas.

Las volcánicas son las que salen al exterior de la corteza: basalto o piedra pómez. Son porosas y poco resistentes.

Las plutónicas no llegan a aflorar: granito, sienita o gabro. Son duras, resistentes a la intemperie y a los esfuerzos de compresión.

- ✓ **Sedimentarias:** Partículas de gravas, arenas,... que han sido arrastradas por los agentes atmosféricos y que se han asentado en determinadas zonas. Se presentan en forma de estratos y pueden cuartearse fácilmente. No son tan duras como las ígneas. Las más utilizadas son: silíceas (arenas, gravas), arcillas y calizas.

Las silíceas están formadas por arenas y gravas, consolidadas con otros materiales (arenisca). Se usan básicamente como revestimiento.

Las arcillosas proceden de las rocas ígneas, formadas por silicatos de aluminio (caolín). Usadas para cemento y ladrillos.

Las calizas se usan en construcción, como revestimiento o como conglomerantes. Tienen elevada resistencia a la compresión. Calcita: carbonato de calcio y yeso.

- ✓ **Metamórficas:** Si las rocas anteriores sufren grandes presiones y elevadas temperaturas, se producen transformaciones en la estructura cristalina de las rocas y dan lugar a las metamórficas. Las más importantes son los mármoles, pizarras y gneis.

El mármol es carbonato de calcio, admite el pulimento y se emplea principalmente como piedra ornamental.

La pizarra está formada por arcilla y esquistos (roca de grano muy fino). Se exfolia fácilmente en láminas y se usa principalmente para techumbres

El gneis se usa principalmente en pavimentos.

## Materiales cerámicos

Bajo esta denominación están los elementos fabricados a partir de materiales terrosos cocidos.

Las materias primas son arcilla (le da consistencia) o caolín (que es un tipo de arcilla muy pura y le aporta color blanco y textura fina) que, una vez moldeada, se somete a un proceso de secado y cocción posterior que le hace perder agua y convierte a estos materiales en duros pero frágiles. Son silicatos de aluminio hidratados. Se emplean también aditivos como cuarzo, colorantes y fundentes.

Se caracterizan por ser:

- ✓ Químicamente inertes
- ✓ Plásticos cuando se introducen en agua
- ✓ Duros y frágiles en ausencia de agua
- ✓ Resisten altas temperaturas
- ✓ Baja porosidad

Se clasifican como

- Cerámicos porosos: No han sufrido vitrificación (que adoptan un aspecto similar al vidrio), pues no llega a fundirse el cuarzo con la arena. Destaca la **arcilla cocida y la loza** (cuya materia prima es la arcilla).
- Cerámicos impermeables: Ha sufrido vitrificación, pues la mezcla ha sido sometida a altas temperaturas y el cuarzo llega a fundirse con la arena. Destacan el **gres y la porcelana** (cuya materia prima es el caolín).

Veamos algunos de los más usados:

- **Ladrillos y tejas**: fabricados con arcilla de muy diversa calidad, según la zona geográfica de procedencia. Una vez moldeados se secan y cuecen a 900 – 1200°C, lo que aumenta su resistencia mecánica. Existen muchas calidades y formas según la aplicación deseada.
- **Azulejos y pavimentos cerámicos**: hechos con arcillas especiales que, durante su moldeo, se presan a altas presiones y se revisten de un material (barniz coloreado) que, tras el proceso de cocido presenta una dureza alta.
- **Porcelana y loza**: a base de caolín, arcillas blancas, sílice y feldespato finamente pulverizados. La porcelana está totalmente vitrificada tras ser sometida a dos procesos de cocción; sin embargo, la loza sólo presenta su cara externa vitrificada. Poseen una especial resistencia al calor y a agentes químicos por lo que, más que en construcción, se emplean para material de cocina y sanitarios (loza), laboratorio, aislantes eléctricos (porcelana)...
- **Materiales refractarios**: Formados por arcillas refractarias, de alto contenido en sílice. Se usan para revestimiento de hornos industriales (altos hornos y convertidores) y otras aplicaciones, donde deben resistir altas temperaturas sin fracturarse. Soportan entre 1400 – 1600°C. Para temperaturas superiores se añade un aglomerante orgánico.
- **Vidrio**: material cerámico formado por la fusión a altas temperaturas (>1000°C) de:
  - Arena o sílice (SiO<sub>2</sub>), un 75%, es el elemento principal, le confiere resistencia mecánica

- sosa ( $\text{NaCO}_3$ ), un 15%, actúa como fundente, bajando el punto de fusión
- caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) en un 10%, es un estabilizante. Le suministra dureza y brillo
- otros componente que dependerán del tipo de vidrio a obtener (colorantes,...)

Es un material duro, transparente, con estructura amorfa (no cristalina) y con elevada resistencia a la tracción.

- **Fibra de vidrio:** Se obtiene mediante extrusión de la masa de vidrio a través de unas boquillas con diámetro inferior a 0,1 mm. Los hilos obtenidos se deshilachan con vapor recalentado y posteriormente se secan. A continuación unos rodillos los estiran para aumentar su resistencia. Se les somete a una ligera torsión y se enrollan en una bobina.

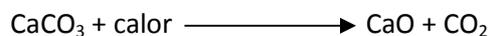
Con la fibra de vidrio se producen filamentos a partir de los que se obtienen tejidos y fieltros que se emplean como aislantes térmicos y acústicos. También se usan para reforzar planchas de escayola y distintos tipos de plásticos

Existen algunas enfermedades generadas por la manipulación de materiales cerámicos y que pertenecen a grupo de las **neumoconiosis** (polvo de minerales: acero,...). De ellas, la **silicosis** es producida como consecuencia de la inhalación prolongada de polvo de sílice (expectoración, fatiga, descompensación cardiaca y muerte)

### Materiales aglomerantes

Son materiales con propiedades adhesivas que, amasados con agua, fraguan (compactan materiales) primero y endurecen después. Los más importantes son la cal, el yeso y el cemento.

- **Cal:** es el producto resultante de la descomposición de las rocas calizas ( $\text{CaCO}_3$ ), según la reacción:



Se produce en hornos de cal denominados **caleras** a temperaturas cercanas a los 900°C. El producto obtenido es la **cal viva** u óxido de calcio. Este óxido reacciona de manera exotérmica con el agua, alcanzando los 160°C y originándose hidróxido de calcio, también llamado **cal apagada**.



La cal apagada se endurece lentamente al aire por un proceso de carbonatación (absorción de  $\text{CO}_2$ ) produciéndose de nuevo carbonato cálcico y actuando como aglomerante. Este proceso sólo se produce en aire seco y acaba a los seis meses. Esta **cal** se denomina **aérea** y experimenta una contracción durante el fraguado que puede dar lugar a la formación de grietas.

En Canarias aún existen antiguos hornos de cal que fueron explotados hasta los años sesenta, cuando la cal fue sustituida por el cemento como aglomerante. Las piedras calizas se extraían de las islas orientales. De hecho, la industria de la cal fue muy importante en Fuerteventura, donde, en el año 1964, se exportaron más de 74.000 toneladas de este producto.

- **Yeso:** Es una sustancia natural que se obtiene a partir de las piedras de yeso (sulfato cálcico dihidratado;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Se extrae en canteras de superficie, se tritura y se cuece a altas temperaturas (450°C) para provocar su deshidratación. Es un material barato ya que, ni el proceso de extracción ni el de obtención requieren grandes aportes energéticos.

Material conocido desde el tiempo de los egipcios y muy empleado por lo árabes. Fragua en contacto con el agua. Se adhiere muy bien a infinidad de elementos salvo la madera. Tampoco debe usarse en la sujeción de materiales férricos, pues provoca su oxidación inmediata. Su principal inconveniente es que es higroscópico (absorbe mucho la humedad), por lo que no debe emplearse para exteriores.

Se clasifica en:

- ✓ Yeso negro: Obtenido de modo tradicional. Se usa para enlucidos de obras no vistas.
  - ✓ Yeso blanco: Mayor pureza que el anterior, mejor molido. Se usa en enlucidos y estucados (yeso blanco + agua de cola) de paredes vistas
  - ✓ Escayola: Yeso de mayor calidad, molido hasta obtener polvo impalpable. Se usa en acabados, molduras y decoración de interiores.
- **Cemento y hormigón**: El cemento se considera un aglomerante (especie de pegamento) en forma de polvo que tiene la propiedad de endurecer (fragar) una vez que se le ha añadido agua y se ha dejado secar, incluso en ausencia de oxígeno. Cuando fragua adquiere una buena resistencia a la compresión.

Existen muchas variedades de cemento, aunque la más conocida y empleada es el **cemento Portland**. Es una mezcla de cal ( $\text{CaO}$ , 60 – 67%), sílice ( $\text{SiO}_2$ , 17 – 25%) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3,6 – 8%), también algo de óxido de hierro y de magnesio ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,5 – 6% y  $\text{MgO}$ , 0,1 – 5%) que fragua cuando se mezcla con agua.

Su proceso de fabricación consta de las siguientes fases:

- Preparación del crudo. Las materias primas se extraen de las canteras, se trituran y se muelen, mezclándose a continuación, bien sea en seco o en húmedo.
- Calcinación. La mezcla se calcina en un horno rotatorio que gira sobre un eje inclinado, a una temperatura entre 1300 – 1400°C.
- Se forma una masa de granos duros, de 3 – 20mm de diámetro, que recibe el nombre de **clínquer**.
- En el extremo inferior el **clínquer** pasa a unos enfriadores y se almacena.
- Molienda. Se muele el **clínquer** en unos molinos enfriados exteriormente con agua para favorecer la disipación del calor liberado. Durante esta operación se le añade yeso (2-3%), para regular el fraguado posterior del cemento.
- Una vez molido se almacena en silos (lugar subterráneo seco y oscuro) y se envasa en sacos o bien se transporta en cisternas.

La reacción de fraguado de este cemento tiene lugar en dos fases: la primera es *rápida*, en unas 24 horas; la segunda consiste en un endurecimiento *lento*, lo que requiere tiempos cercanos al mes.

Las características del cemento son:

- Baja resistencia a la tracción
- Alta resistencia a la compresión
- Es atacado lentamente por el agua, ácidos diluidos y algunas soluciones salinas
- Baja relación coste/peso

En aplicaciones se usa mezclado con áridos (arena, gravilla, o grava) como aglomerante en construcción en forma de **mortero** (sin grava), como material de construcción en el **hormigón**, como cemento prensado en losetas para **pavimentos** y piezas prefabricadas en funciones de **ladrillería**,...

El **hormigón** es la mezcla de cemento, arena y agua al que se le suele añadir grava. Las proporciones de los componentes depende del tipo de hormigón que se desee (dureza, tiempo

de fraguado, resistencia a agentes ambientales,...). La cantidad de cemento/m<sup>3</sup> de hormigón influye en su *impermeabilidad* y en su *resistencia mecánica*, pero a la vez aumenta su contracción durante el fraguado provocando grietas, por lo que no debe sobrepasarse el límite de 460kg/m<sup>3</sup>.

Es un material muy resistente a la compresión, pero no a la tracción, por lo que no es adecuado para vigas. Para mejorar esta propiedad, es necesario recurrir al **hormigón armado** y al **hormigón pretensado**.

El **hormigón armado** se obtiene añadiendo al hormigón fresco una armadura de varillas o barras de acero debidamente dimensionadas. Se consigue así un material resistente tanto a la tracción como a la compresión.

La obtención de estructuras de hormigón armado se realiza de la siguiente manera: se dispone de un encofrado o molde con la forma del elemento de construcción que se desea conseguir, se introduce en él la armadura de acero y se vierte el hormigón fresco en el interior del encofrado de modo que recubra y envuelva la armadura. Cuando el hormigón ha fraguado se retira el encofrado y se obtiene el elemento.

En el caso de una viga, la armadura se sitúa en la zona inferior del elemento, sometida a esfuerzos de tracción, mientras que la masa de hormigón se acumula en la zona superior sometida a esfuerzos de compresión. Así, las vigas soportan bien los esfuerzos de flexión.

El recubrimiento de hormigón, una vez fraguado, garantiza la impermeabilidad de la estructura y por tanto la inoxidabilidad de la armadura de acero.

Como la unión entre el hormigón y el acero es puramente mecánica, es conveniente que las barras de refuerzo estén retorcidas o posean salientes superficiales, incrementando así la adherencia y evitando el deslizamiento.

El **hormigón pretensado** es necesario cuando los esfuerzos de tracción a los que se somete el hormigón armado son muy grandes. En este caso, las barras de las armaduras pueden experimentar dilatación elástica, con lo que el hormigón que las recubre se rompe.

Para mejorar esta resistencia a la tracción, hay que tensar las barras de acero para compensar la dilatación. Así se obtiene el hormigón pretensado, que es una variedad del hormigón armado cuyas barras han sido tensadas.

La principal ventaja del hormigón pretensado deriva del menor coeficiente económico-resistente de los alambres de acero especial que se emplean, debido a la posibilidad de alcanzar enorme resistencias gracias a los procesos de trefilado (reducción de la sección) a que son sometidos y que permiten obtener alambres de pequeños diámetros

## COMPOSITES

Estos materiales combinan la materia plástica y el refuerzo con fibras. Aunque su coste es más elevado que el de los materiales tradicionales, aportan a sus usuarios importantes ventajas gracias a sus propiedades, en particular la ligereza y la resistencia, lo que ha dado lugar a un importante mercado en el campo de la construcción de automóviles, la aeronáutica y la construcción.

Los materiales compuestos están integrados por una matriz orgánica, *polímero* (termoplástico o termoestable), y una estructura de refuerzo que puede presentarse en forma de partículas, fibras cortas, largas o continuas. Los refuerzos que más se usan son las *fibras*, normalmente de *vidrio*, de *carbono* o de *aramida* (fibras e hilos sintéticos obtenidos a partir de poliamidas; conservan buenas propiedades mecánicas a temperaturas elevadas. Sustituyen a fibras de vidrio y metal. Se usan en neumáticos, chalecos antibalas, ingeniería aeroespacial, aviación).

Según las características de la matriz y de los refuerzos, se distinguen generalmente dos grandes familias:

- *De gran difusión*, no excesivamente caros, ocupan una cuota importante del mercado

- De altas prestaciones, normalmente reforzados con fibras continuas de carbono o de aramida y reservados para sectores de alto valor añadido: aeronáutica, medicina, deportes y recreo.

Estos materiales compuestos, presentan una serie de propiedades que los distingue de los tradicionales:

- Resistencia mecánica y química (corrosión)
- Aumenta la vida útil gracias a su resistencia a la fatiga
- Mantenimiento reducido
- Resistencia a los impactos y al fuego
- Aislamiento térmico, sonoro y a veces eléctrico.
- Simplicidad de diseño por facilidad de conformado
- Ligereza

El coste de fabricación de los composites es bastante superior al de los materiales tradicionales, como el acero, la madera o el aluminio, pero ahorrando piezas de encaje y mecanización, reduciendo de manera importante los gastos de mantenimiento y aumentando la vida útil y la seguridad, las ventajas de los materiales compuestos pueden valorizarse en términos de beneficios con el uso.