

ÍNDICE

- INTRODUCCION. ARQUITECTURA
- ARQUITECTURA EN EL SIGLO XX
- CONSTRUCCION
- MATERIALES DE CONSTRUCCION
- GRANITO
- TIPOS DE GRANITO
- MARMOL
- TIPOS DE MARMOL
- BIBLIOGRAFIA

Arquitectura

Las obras arquitectónicas más antiguas de España se remontan a la cultura *megalítica*, aproximadamente 3.000 años a.C. Desde este período hasta la romanización de la Península Ibérica vamos a encontrar interesantísimos hallazgos y asentamientos de lo que se ha llamado de modo genérico la civilización íbera o Ibérica. Sin embargo no son éstos probablemente los monumentos arquitectónicos que uno mejor conoce de España, por lo que una profundización en este sentido podría llevar al visitante a encontrar verdaderas sorpresas en diversas regiones de la península, sobre todo en la zona levantina y al sur, en lo que a íberos se refiere, y al norte, referente a pueblos celtas o nórdicos en general. De épocas tampoco tan recientes, como la romana, encontramos cantidades de monumentos en el país, siendo los más importantes el colosal *Acueducto de Segovia* y el *Anfiteatro de Mérida*.

Pero quizás lo que realmente ha sorprendido al visitante durante décadas es lo que la época musulmana ha dejado como herencia. La gran *Mezquita de Córdoba* es uno de los monumentos más admirados, el otro es, por supuesto, la *Alhambra de Granada* un palacio sorprendentemente bien conservado en su estado original. Cuando se habla de la España *mora*, *árabe*, o *musulmana*, se habla de una particularidad de la historia del arte europeo que puede resultar confusa. Pues mientras Europa continúa en la época feudal, tras la caída del Imperio Romano, a evolucionar en sus líneas visigóticas y posteriormente románicas y góticas, España entra en este capítulo de la historia con una invasión africana que, desde el Sur, llega a casi toda la península. sólo al Norte se conservarían algunos reductos o reinos independientes que continuarían edificando en un estilo europeo medieval y que sucesivamente irían tratando durante siglos de reconquistar el territorio dirección al Sur. Estos portarían consecuentemente esta influencia europea medieval a territorios que por corto o largo espacio de tiempo habían estado bajo la influencia musulmana en sus costumbres y en su arte.

De otro lado cuando los moros llegaron a la Península Ibérica, su estilo era netamente africano, pero tras 800 años asentados en ella, lógicamente se fueron hispanizando progresivamente, alejándose de las tendencias africanas que siglos atrás hubieran traído con ellos. Crearon entonces un estilo *sui generis*, no exento de importantes novedades técnicas y estilísticas que se diferenciaba, siglos más tarde, de lo que se construía en África. Este estilo propio llega a su punto culminante en el estilo *Califal*, generado en Córdoba, y que tuvo como máximo exponente a la *Mezquita*.

Estos 800 años de historia estarían caracterizados por una España muy mestiza, en la que convivirían en paz tres poblaciones con religiones diversas, los judíos, los musulmanes y los cristianos. Al igual que en territorio musulmán se respetaba la libertad de religión por la que judíos y cristianos pudieron seguir viviendo en paz y de acuerdo a sus costumbres, en los territorios reconquistados, hasta la época de los Reyes Católicos, también se permitiría a musulmanes y judíos continuar viviendo conforme a sus tradiciones en territorio reconquistado. Es precisamente esta característica la que crea esta curiosa fusión de estilos tan característicamente hispana,

donde vemos monumentos de estilo *mozárabe*, *mudéjar*, y todas las combinaciones posibles, (gótico–mudéjar, románico con ornamentos mozarábes, iglesias mozarábes, etc). Y nos preguntamos ¿Qué significa todo esto?.

La palabra *Mozárabe* procede del árabe *mustab' rab* que significa *que quiere parecer árabe*, y así se denominaba a los cristianos que permanecieron en territorio conquistado manteniéndose fieles a su religión. A su estilo arquitectónico se le denominó así por extensión, y se caracterizaba por el uso de técnicas constructivas esencialmente visigóticas, modificadas por la influencia califal. De otro lado la palabra *mudéjar* proviene de la árabe *mudeyyen*, que significa *al que se le permite permanecer*, se trataba de musulmanes que vivían en territorio hispano–cristiano. De nuevo su estilo arquitectónico se denomina del mismo modo y se, puede definir como el existente entre los s. XI al XV, en el que se mezclan elementos cristianos (románicos o góticos) con estructuras, materiales y elementos decorativos musulmanes.

Pero volvamos de nuevo atrás; cuando España estaba aún ocupada por los moros en el Sur, al Norte coexistieron reinos visigodos, como ya hemos dicho, aquellos que durante siglos se empeñarían en la Reconquista de lo que anteriormente había sido territorio cristiano. Es por esta razón por la que en esta zona se encuentran importantes joyas arquitectónicas de estilo *Visigótico* y *Románico*.

Especialmente siguiendo la ruta del "*Camino de Santiago*", que se establecería con gran empeño como baluarte de la cristiandad. En el s. XII se introduce en España el estilo Gótico, llegando a su máxima importancia durante el s. XIII, cuando se construyeron las catedrales de Burgos, Toledo y León. El gótico español tiene la particularidad de combinar con elementos mudéjares, (particular que ya hemos comentado).

La llegada del Renacimiento a España está rodeada de nuevo de peculiaridades hispánicas. Esta época coincide con el final de la Reconquista, cuando los Reyes Católicos toman Granada, la que fue el último enclave musulmán, coincide, en segundo lugar, con el descubrimiento de América y, en tercer lugar, con la unificación de España bajo la corona de Castilla. Este último aspecto conlleva un intenso esfuerzo por parte de la corona y de la iglesia católica en utilizar la cristiandad como elemento unificador, terminando con ello la larga tradición de libertad religiosa. Todos estos elementos llevan a España a enfocar el renacimiento también de una forma muy *sui generis*, y a pesar de que también se construye en el más puro estilo renacentista italiano, nos encontramos con una tendencia netamente hispana y mucho más ornamental que la italiana: El *Plateresco*, nombre con el que se designa al primer Renacimiento español que abarca los reinados de los Reyes Católicos, Carlos V y Felipe II. El nombre procede del parecido existente entre el tratamiento de la piedra calada, en complicadas y finas filigranas, con el de la plata en la orfebrería. Uno de los monumentos más representativos de este estilo arquitectónico es la *Universidad de Salamanca*.

El barroco en España coincide quizás con una de las épocas más prolíficas y gloriosas del arte español. En arquitectura aparecen dos visiones muy diversas que pudieran considerarse hasta contradictorias: El estilo **herreriano**, de *Juan de Herrera*, de gran austeridad, cuyo exponente más representativo es el *Monasterio del Escorial* en Madrid, y el estilo **churrigueresco**, llamado así tras la obra de la familia *Churriguera*, de ornamentación recargada e imaginación desbordada, en la que late el tipismo español. Adicionalmente en Galicia se observa un excepcional auge barroco creandose un estilo propio, llamado *Barroco Compostelano*, con Santiago de Compostela como centro del mismo.

El modernismo en España de nuevo representa un importante papel dentro del contexto arquitectónico internacional, con importantes arquitectos, sobre todo en Barcelona, que llegarían a revolucionar los esquemas tradicionales. El más conocido mundialmente fue quizás *Antoni Gaudí* y su gran catedral la "*Sagrada Familia*". Pero el movimiento evolutivo no cesa y, hasta hoy, se puede considerar a Barcelona como un centro internacional de la arquitectura más innovadora.

Arquitectura en el siglo XX

La arquitectura del siglo XX está dominada por el funcionalismo. No se trata de un movimiento artístico, sino de un principio estético racionalista que se manifiesta en obras adscritas a diferentes tendencias. Se enraíza en planteamientos muy antiguos de la cultura occidental y queda definido de forma sencilla en palabras de Louis Sullivan (1896): "La forma siempre sigue a la función". Como es obvio, el funcionalismo se desarrolló sobre todo en los campos del diseño y la arquitectura, puesto que en ambos la "función" de la obra marca necesariamente la forma.

El arquitecto Adolf Loos denunció a principios de siglo el exceso de ornamentación de la arquitectura modernista.

El Racionalismo

El movimiento llamado racionalismo reunió a las personalidades más notables de la arquitectura de este siglo; las obras y la teoría de este movimiento son profundamente individuales, pero tienen los denominadores comunes de la simplicidad de formas, del retorno a los volúmenes elementales (el cubo, el cilindro, el cono y la esfera) y de la lógica constructiva por encima de la evasión ornamental.

Los arquitectos más remarcables de este movimiento eran Le Corbusier, Mies van der Rohe y Walter Gropius, con su escuela Bauhaus.

La escuela de Bauhaus (1919–1933) desarrolló el funcionalismo vinculándolo al mismo tiempo a una estética. Las enseñanzas de la Bauhaus trascendieron los límites de Alemania y el marco cronológico de su duración; se puede decir que toda la arquitectura y el diseño del siglo XX son deudores de la "poética" de la Bauhaus. Walter Gropius fue su fundador y primer director, le sucedieron Hannes Meyer y Mies van der Rohe; fueron profesores, entre otros, Kandinsky, Klee y Laszlo Moholy–Nagy. El éxodo que provocó el ascenso del nazismo llevó a muchos de estos artistas a los Estados Unidos, donde siguieron desarrollando sus enseñanzas.

El funcionalismo está vinculado al progreso técnico; sus propuestas son irrealizables sin los aportes contemporáneos de la técnica (hormigón, acero, etc.).

El máximo exponente del funcionalismo es Le Corbusier, que reduce las formas arquitectónicas a las esenciales: cuadrado, cubo, círculo, cilindro. Sus casas están pensadas para vivir en ellas y dar una respuesta generalizable, es decir, racional, a los problemas prácticos que plantea la vida cotidiana.

En España el funcionalismo arraigó fuertemente; el catalán Josep Lluís Sert es uno de sus máximos exponentes, incluso a nivel mundial.

La arquitectura orgánica

Este movimiento pretendía integrar la obra arquitectónica en su entorno, fuera o no natural. En esta línea trabajó Frank Lloyd Wright, aunque concede mayor importancia a la subjetividad de quienes habían de habitar sus casas, pues no se trata de dar a todo el mundo la misma respuesta.

Arquitectura de postguerra

Es remarcable el caso de Italia, con Pier Luigi Nervi, que sabía explotar todos los recursos de la nueva tecnología, así como de los nuevos materiales, y creó una obra monumental y llena de sensibilidad. En Milán hizo el Edificio Pirelli en colaboración con Gio Ponti.

Algunos países latinoamericanos, que entonces tenían unos niveles económicos altos, se lanzaron a la búsqueda de una arquitectura que reflejara la nueva situación. Así, Oscar Niemeyer y Lúcio Costa proyectaron Brasilia, con una concepción de la arquitectura a medio camino entre el símbolo y la función.

Estilo tardomoderno

Realmente es la continuación del movimiento racionalista. Utiliza el mismo vocabulario formal, pero exagera y remarca los valores tecnológicos para proponer un sentido estético nuevo. En el fondo es un manierismo creativo del movimiento originario. Los arquitectos más notables són: Renzo Piano, Richard Rogers, James Stirling y podríamos incluir al japonés Arata Isozaki.

Estilo postmoderno

Este estilo tiene un doble código. Por un lado, se mantiene vinculado al estilo racionalista y acepta algunas posiciones del tardomoderno para comunicarse con una élite cultural; por otro lado, intenta comunicarse con el público en general y que éste lo acepte. La posición postmoderna es atractiva porque, intentando ser aceptada, llega a alcanzar unos resultados sorprendentes y espectaculares. Entre los arquitectos más representativos de este estilo están: Michael Graves, Robert Venturi .

Arquitectura actual

El panorama del último decenio del siglo XX resulta atractivo, no tanto por la existencia de un programa o de unas tendencias generalizadas, sino por la obra, a veces colosal, de algunos arquitectos. Hay figuras que pueden definir el final de este siglo: el canadiense Frank Gehry, el español Rafael Moneo y el ingeniero, también español, Santiago Calatrava.

MUROS EXTERIORES Y CUBIERTAS

Los muros de cortina o fachadas ligeras son el tipo más frecuente de muros no portantes, y se pueden montar a pie de obra o en origen. Son elementos cuya superficie o piel exterior se ha tratado con material de aislamiento, barreras de vapor o aislamientos acústicos, y una superficie interior que puede formar parte de los muros de cortina o unirse a ellos. La capa exterior puede estar hecha de metales (acero inoxidable, aluminio, bronce), albañilería (hormigón, ladrillo, baldosa) o vidrio. Para las fachadas también se utiliza piedra caliza, mármol, granito y paneles de hormigón prefabricados.

El método tradicional de construcción de las cubiertas es colocar rollos de tela asfáltica laminada cubiertos de

grava, sobre los elementos de hormigón o acero de la estructura. También se utilizan materiales sintéticos en lugar de rollos de tela asfáltica. Hay algunos en forma de hierba y alfombras hechas de plástico que se pueden instalar en zonas recreativas del tejado a bajo coste.

MATERIALES

Durante la larga historia de la construcción de edificios ha habido una sustitución constante de materiales industriales. Ladrillo, hormigón y acero han reemplazado en gran parte a la piedra natural, por ejemplo: granito y arenisca, al requerir ésta un trabajo especializado y muy caro para su preparación y montaje. De la misma manera paja y pizarra han sido sustituidos por tejas para techos y cubiertas.

Aunque la madera todavía se emplea ampliamente para fines de construcción, también se ve reemplazada cada vez más por materiales compuestos más baratos, como por ejemplo: el contrachapado y el conglomerado. El hormigón y el acero se utilizan actualmente para muchos fines de construcción, mientras que las materias sintéticas como el PVC son cada vez más frecuentes en aplicaciones no estructurales.

La industria de la producción es un sector productivo que incluye desde la realización de grandes obras públicas hasta la edificación de viviendas. En los pises desarrollados o en vías de desarrollo su incidencia en la vida económica va en aumento, como puede deducirse del incremento de la proporción del PNB destinado a gastos de nuevas construcciones. Es una industria que se caracteriza por la falta de autonomía, es decir, por la dependencia de las llamadas industrias auxiliares de la construcción (cemento, siderurgia, cerámica, vidrio, plástico y cemento); correlativamente una paralización de aquella tiene siempre importantes repercusiones indirectas en estas industrias auxiliares. Si a ello se añaden las fluctuaciones estacionales y cíclicas de esta industria, se comprende la atención que le presta el Estado en todos los países interviniendo, de forma directa o indirecta (facilidades de crédito, bonificaciones fiscales, subvenciones, etc.), para evitar en lo posible los desequilibrios excesivos.

La dimensión de la empresa constructora viene determinada por la inmovilidad del producto final, razón por la que existen numerosas empresas pequeñas, de tipo local y algunas otras grandes, de ámbito nacional.

La mano de obra posee en la construcción una gran movilidad, y el personal no cualificado empleado con carácter eventual por el sector, absorbido normalmente por el contingente de emigrantes del campo, es superior al de otras industrias. En los países más avanzados de Europa, la construcción sufre de escasez de mano de obra, por lo que se ha de recurrir a la inmigración procedentes de los países menos desarrollados.

Los avances experimentados en esta industria se deben al empleo de técnicas modernas (maquinaria especializada) y nuevos materiales (derivados del cemento, sintéticos, etc.) y a una mayor racionalización del proceso productivo, lo que permite reducir sensiblemente los costes de construcción y el tiempo empleado.

Los materiales con que se pueden construir dependen, en gran parte, del grado higrométrico del terreno y la mayor o menor facilidad que el mismo tenga para absorber el agua meteórica. Los tipos de cimentación hasta ahora conocidos, son:

- manpostería
- manpostería hormigonada
- hormigón ciclópeo
- hormigón en masa
- hormigón armado
- ladrillo
- piezas prefabricadas

La piedra, es el elemento más generalizado, no sólo en el ambiente rural, sino también en el urbano, donde es

fácil observar cómo las fundaciones se resuelven con material pétreo.

Pero no toda la piedra es apta para la construcción y es conveniente que antes de elegirla se realice un ensayo previo que nos dará a conocer si resiste bien a la intemperie y no es heladiza, reconociéndose prácticamente estos extremos si ha aguantado bien el aire libre, uno o dos inviernos.

Tampoco deben emplearse piedras que estén aglomeradas con óxidos de magnesio o hierro, ya que no resistirían al aire. Los esquisitos pizarrosos y piedras que al golpe se parten en lascas, no deben emplearse, pues son piedras en que la humedad puede penetrar fácilmente. En cuanto a las piedras que absorben agua o tienden a disgregarse por las heladas, deben desecharse por completo.

Una excelente piedra de construcción, es aquella que no tiene grietas ni oquedades ni en cuya rugosa superficie se adhiere mejor el material de agarre, cosa que no ocurre con las superficies lisas, que siempre estarán expuestas al deslizamiento.

En esta tabla puede verse algunas características técnicas de las piedras más utilizadas:

COEFICIENTES DE TRABAJO DE LA PIEDRA PARA CIMIENTOS

PIEDRAS	PESO ESPECÍFICO KG/M3	COEFICIENTE DE TRABAJO KG/CM3
SILLERÍA DE GRANITO	2.600 a 2.900	40 a 50
SILLERÍA DE ARENISCA	1.800 a 2.500	20 a 25
SILLERÍA DE CALIZA DURA	2.000 a 2.500	12 a 15
SILLERÍA DE CALIZA BLANDA	1.600 a 2.000	5 a 8
MANPOSTERÍA DE PIEDRA MOLAR	1.200 a 1.500	6 a 8
MANPOSTERÍA DE GRANITO	2.200 a 2.500	10 a 15

MATERIA Y MATERIALES- ENLACES.

MATERIALES: Son cosas constituidas por materia. Esta materia adopta una disposición en cada momento. Esta disposición definen dentro de la materia la estructura de los materiales.

Materia y materiales.

MATERIA: Es todo aquello de lo que el universo está hecho, es decir, todo aquello que tiene masa y ocupa volumen. La materia es el resultado del equilibrio entre dos entes, que son los constituyen el mundo: energía y masa, dos conceptos físicos muy diferenciados, pero interrelacionados. Entre energía y masa hay la siguiente relación cte: $E=mc^2$

MASSA: Es una propiedad intrínseca y representa la cantidad de materia de un cuerpo. Es el ente que mejor se puede medir.

ENERGÍA: Queda definida por ondas y su frecuencia de oscilación.

Las unidades de masa mas pequeñas son los corpúsculos elementales y pueden tener carga $+$, $-$, ó neutra, llamándose positrones ($+$), electrones($-$), neutrinos($.$)

Aparecen unas unidades de masa un poco mayores: neutrones($.$), protones ($+$) y electrones ($-$), que al unirse forman un citomo.

Los átomos son como esferas en las que distinguimos dos partes:

Núcleo y corteza. En el núcleo se encuentran los protones($+$) y los neutrones, y en la corteza los electrones.

Los electrones son unos entes que la probabilidad de estar situados en una determinada zona y a una cierta distancia del núcleo, girando alrededor de este. La probabilidad de que el electrón este pegado al núcleo a una distancia casi infinita es cero.

La masa que es lo que se puede medir en los átomos ocupan un determinado volumen en el espacio, pero un volumen casi vacío, por que la masa esta toda concentrada en el núcleo en una proporción pequeñísima.

Actualmente hay unos 200 tipos de átomos, cada uno de ellos con características diferentes.

La estructura de la materia.

La estructura se constituye por la disposición espacial que adquiere la materia. El mismo cuerpo, con la misma masa y el mismo peso puede tener propiedades ¹, y ello es debido a que la disposición de la materia es distinta.

Si se cambia la disposición de la estructuras cambian las caracterices del cuerpo material. La disposición estructural depende también de los átomos de elementos exteriores al cuerpo. Lo que nosotros tomamos como constantes paramétricas no lo son como tal, por que lo que son a una determinada t^a , presión, ubicación con respecto a la tierra...

Las uniones entre átomos.

Las uniones entre átomos dependen de como sean estos. La estabilidad de los átomos depende del nº de electrones de las diferentes capas. La capa más cerca al núcleo sólo necesita 2 electrones para ser estable, el resto de las capas es estables con

8 electrones, – si no los tiene tiende a ser estable cediendo o cogiendo electrones de otros átomos.

Las uniones entre átomos son de muchos tipos:

UNIÓN METALICA O ELECTRICA: Es la más abundante. El enlace metálico es el que tiene lugar entre metales y se caracteriza por ser principalmente por que los átomos comparten sus electrones formando una nube electrónica. Se produce entre átomos que tienden a soltar electrones.

ENLACE COVALENTE: Es el que se produce entre átomos no metálicos. Se forma por compartición de electrones los cuales una vez formado el enlace, pertenecen a la vez a los dos átomos que se unen.

Esto puede pasar también con materiales diferentes.

ENLACE IÓNICO: Se forma por cesión y ganancia de electrones. Uno de los átomos cede electrones y forma el catión($+$), mientras que el otro gana electrones y forma el anión($-$). El catión y el anión formados se atraen

electrostaticamente lo que hace el enlace.

UNIÓN COORDINADA: Es abundante en las rocas, parte de ser covalente e iónica. La parte covalente actúa como aislante y la iónica como conductora.

FUERZAS DE VAN DER WAALS: Algunas veces las cargas de los átomos no se reparten equilibradamente, concentrándose más en un lado que en otro, por las pocas uniones (+)(-) hace que el enlace no sea muy fuerte.

PUNTES DE HIDROGENO: Son también muy débiles y explican la unión de las moléculas del agua.

Materiales: Materias que se utilizan para la construcción. La materia está constituida por moléculas y éstas a su vez por átomos. Estos elementos se unen mediante enlaces fuertes (enlaces iónicos, covalentes, metálicos, etcétera) y débiles (fuerzas de Van der Waals y puentes de hidrógeno). La materia puede estar en estado sólido, líquido y gaseoso; en estado sólido hay rigidez en la posición de las partículas mientras que los fluidos permiten desplazamientos entre sus elementos. El estado de la materia influye en las propiedades de los materiales (densidad, cohesión, etcétera). En función de la posición de las moléculas pueden estar en estado cristalino, forma regular, o en estado amorfo, posición aleatoria de las partículas.

En los materiales cristalinos nos encontramos con planos de distinto comportamiento, mientras que los materiales amorfos al tener una posición aleatoria hace que su disposición en el espacio sea homogénea; la mayor parte de los materiales de construcción son amorfos.

Un material es adecuado a la construcción cuando sus propiedades serían aconsejables en la obra; por ejemplo, un material deformado que no se puede utilizar como elemento de forjado.

Un cuerpo se considera como material cuando ésta en equilibrio y cuando mediante una acción exterior va a responder de una forma determinada.

Características básicas de los materiales: Tienen que existir en cantidad abundante, tienen que poder adoptar las formas adecuadas para la obra a realizar, aspecto estético y económico.

Calidad de un material: Conjunto de propiedades que sean óptimas o deseables frente a la acción exterior que consideremos.

Clasificación de las propiedades de los materiales:

–**Propiedades estéticas:** Afecta a un conjunto de propiedades como el tamaño de grano en superficie, el color, la homogeneidad, etcétera.

–**Propiedades físicas:**

–**Cohesión:** Fuerza que ocasiona la unión entre las partículas del material, está relacionada con las fuerzas atómicas.

–**Densidad (m/v):**

–**huecos accesibles:** si consideramos una membrana alrededor del material tendremos unos huecos accesibles a través de los cuales el viento y el agua pueden entrar.

–**huecos inaccesibles:** no pueden llegar los fluidos.

- Porosidad:** Relación entre el volumen de poros y el volumen total.
- Hoquedad:** Tamaño total de los huecos entre el volumen del conjunto.
- Compacidad:** Complementaria de la porosidad.
- Absorción:** Porcentaje de agua absorbida expresada en tanto por 100 de el peso de la materia seca; depende de la porosidad y de las condiciones, ya que no todos los poros son accesibles. La absorción máxima se obtiene en laboratorio mediante ebullición o haciendo el vacío.
- Coefficiente de saturación:** Es el volumen absorbido en condiciones normales dividido por el volumen absorbido en condiciones de laboratorio. Influye en el comportamiento del material frente agresiones químicas y agentes exteriores sobre todo en materiales granulares.
- Permeabilidad:** Facilidad que tiene un material para ser atravesado por un fluido cuando actúa una presión diferencial a ambos lados del material, es importante en obras hidráulicas.
- Índice de poros:** Proporción entre el volumen total de poros y el volumen total de material.
- Capilaridad:** es la mayor o menor facilidad que tiene un líquido de ascender o disminuir a lo largo de un poro accesible. Las condiciones geométricas de los poros influyen en la capilaridad de un diámetro determinado y no sufren ensanchamientos bruscos.
- Helacidad:** Es la mayor o menor resistencia del material a la fragmentación en presencia de hielo en su interior, el agua al congelarse aumenta el volumen de agua un 7 por ciento esto genera unas presiones que pueden producir la rotura del material que la contiene. La helacidad está relacionada con la absorción y disposición de los poros, ya que si están en el superior del material el volumen aumenta hacia el exterior y no influye la helada.
- Solubilidad:** Determina el comportamiento de los materiales de construcción, como la cantidad máxima de soluto (material) que puede existir en un volumen dado de disolvente en unas condiciones determinadas de temperatura.
- Finura:** Es importante en los conglomerantes. Se refiere al mayor o menor grado de fragmentación del material. Antiguamente se medía mediante el tanto por ciento en peso que quedaba en unos tamices, hoy se utiliza el concepto de superficie específica que es el área de la superficie correspondiente con la unidad de masa del material.
- Propiedades térmicas:**
 - Conductividad térmica:** Es la mayor o menor facilidad para dejar pasar el calor del material que consideremos. En función del comportamiento de los materiales tendremos metales como buenos conductores; hormigón, ladrillo, vidrio como intermedios y corcho, piedra pómez como malos.
 - Dilatación:** Modificación de dimensiones del material como consecuencia de variaciones de temperatura. Se define a través de un coeficiente de dilatación. Esta dilatación puede ser lineal, superficial, de volumen, etcétera. El coeficiente de dilatación también depende de la temperatura y se puede considerar constante.
 - Conductividad eléctrica:** Es la mayor o menor facilidad que presenta el material al ser atravesado por electricidad, se mide por la resistividad. La resistividad es inversa a la conductividad, los metales son buenos conductores, el diamante y el silicio son semiconductores; en los malos conductores o aislantes no tiene porque pasar nunca la electricidad.

–Propiedades acústicas:

–**Pérdidas de transmisión:** Es la mayor o menor facilidad que presenta el material para dejar atravesar el sonido. La dificultad que opone el material va a ser mayor cuanto mayor sea la compacidad. El coeficiente de reducción de ruidos tiene que ver con la superficie del material, cuanto más poroso sea el material mayor absorción de ruidos habrá.

–**Viscosidad:** Resistencia que tienen los líquidos a fluir a través de una superficie. Es la mayor o menor facilidad que tiene un líquido a las tensiones de contacto. La unidad es el Poise aunque se usa el Centapoise que equivale a la viscosidad del agua a 20 °C en el sistema C.G.S.

–Características de los materiales en función de su comportamiento frente al fuego:

–**Incombustibles:** No se inflaman ni se descomponen a altas temperaturas.

–**Autoestinguibles:** Se inflaman con dificultad y se caracterizan porque cuando acercamos una llama arden y cuando la separamos dejan de arder.

–**Combustibles:** Sometidos a altas temperaturas arden y cuando retiramos la llama el proceso de descomposición continua.

–**Inflamables:** Son combustibles, la velocidad de propagación de la llama es muy rápida a lo largo de su masa.

–**Propiedades de los materiales para su construcción:** Es el comportamiento de los materiales frente acciones o esfuerzos exteriores de tipo físico. Depende de la constitución del material (átomos, moléculas), de la estructura en la que ha solidificado (cristalina, amorfa), de las características químicas del material y del ambiente que le rodea, de la historia del material (esfuerzos y deformaciones producidos en el pasado) y de los esfuerzos y deformaciones que sufre actualmente.

–Propiedades mecánicas:

–**Resistencia a rotura (*tracción, compresión*):** La resistencia a rotura de un material es la oposición que presenta el material a ser roto por la acción de esfuerzos mecánicos exteriores.

–**Tracción:** Por ejemplo, tenemos una pieza prismática de un material sometido en sus extremos a dos fuerzas iguales y opuestas. La pieza está en equilibrio. Suponemos una sección de la pieza y también que el material no tiene cohesión, luego se romperá. Lo que mantiene rígida a la pieza a pesar de tener dos fuerzas opuestas, es la cohesión, que son fuerzas intermoleculares. Estas fuerzas se oponen a las fuerzas de tracción (dos fuerzas iguales y opuestas situadas en el eje de la pieza). Si la fuerza crece y es mayor que las fuerzas de cohesión se produce la ruptura del material, es el valor máximo que es capaz de aguantar el material.

Si ahora quitamos una parte de la pieza, para que siga en equilibrio habría que introducir unas fuerzas equivalentes a la fuerza que teníamos antes al otro lado de la pieza. Estas fuerzas son muy numerosas, si en este conjunto de fuerzas consideramos un elemento que tenga una unidad de área, la resultante de las fuerzas que actúan dentro de ese elemento de área unidad son las *fuerzas de tensión* a la que está sometida la pieza. Cuando actúa la tracción aparecen unas fuerzas de tensión, cuando la tracción es mayor que las fuerzas de tensión se produce la ruptura; al valor límite de la tensión a la cual se rompe la pieza es la *resistencia de tracción*.

–**Compresión:** Ejemplo, dos fuerzas iguales y opuestas a lo largo del eje de simetría. Tenemos unas tensiones y un valor límite de tensión que es el valor límite de la *resistencia a compresión*. Los materiales *pétreos*

tienen una *mayor comprensión y menor tracción*. Los metales son *isorresistentes* (igual comprensión de tracción). En el hormigón o en los materiales pétreos a esfuerzos de comprensión la rotura viene dada en forma de grietas que se producen paralelas al eje de actuación de las fuerzas, también aparecen conjunto de tracciones que son perpendiculares a las compresiones principales. Otras veces el material rompe por grietas inclinadas que corresponden al máximo esfuerzo cortante, grietas inclinadas relacionadas al esfuerzo principal.

–**Resistencia a cortadura:** Es similar al anterior. A ambos lados de una sección tenemos esfuerzos que actúan con sentido contrario. La pieza está sometida a un esfuerzo de cizalladura. Los materiales se mantienen unidos(partículas) a través de las fuerzas de cohesión. Estas son paralelas a la superficie. Si consideramos un elemento de área unidad tenemos unas fuerzas interiores derivadas de la cohesión, la resultante es la tensión cortante. La resistencia a cortadura del material viene definida por la máxima tensión constante que puede soportar el material. En los metales es del orden del 50 por ciento de la tensión cortante.

–**Resistencia a flexión:** En una sección del material se introducen unos esfuerzos de tracción que alargan la fibra del material y en otra sección de la pieza se introducen unos esfuerzos de compresiones. En la parte de la tracción se produce un alargamiento mientras que en la parte de la compresión se produce un acortamiento. En la parte media está la *fibra neutra* que ni se alarga ni se acorta. En consecuencia, cuando supera la capacidad de cohesión se produce la ruptura del material.

–**Dureza:** Es la capacidad que tiene un material para oponerse a ser deformado en su superficie por la acción física de otro. Depende de las características del material (átomos, moléculas). La dureza es mayor cuando mayores son las fuerzas de cohesión de los átomos.

–**Dureza al rallado:** Mide la resistencia a ser rallado por otros, se mide respecto a unos patrones que forman la escala.

–**Dureza a penetración:** Resistencia de un material a ser penetrado en su superficie por la acción de otro, depende del tipo y forma (cónica, cilíndrica, etcétera).

–**Dureza elástica:** Comportamiento del material a ser sometido a un impacto de otro material que choca con él. Se mide por la acción de una barrena fijada, midiendo el tiempo que tarda en hacer una huella definida.

–**Resistencia a abrasión:** Resistencia que presenta un material a ser desgastado por frotamiento con otro material o por estar sometido a impactos de otros materiales.

La deformación de los materiales:

–**Deformabilidad:** Capacidad de los materiales a cambiar de forma, antes de la ruptura, frente a los agentes externos.

–**Deformación:** Alargamiento o acortamiento unitario de un material por los agentes que actúan sobre él, es adimensional. Podemos establecer una relación entre los esfuerzos a los que está sometido el material y las deformaciones (*curva tensión–deformación*). Para dimensionar un material tendremos que saber las tensiones internas y para eso necesitamos la historia de sus deformaciones (sobre todo en materiales no metálicos).

–**Elasticidad:** Estudia los materiales como entes que cumplen la ley de Hooke.

–**Reología:** Estudio de las deformaciones anteriores del material. Relaciona la tensión con la deformación y con los tiempos de la deformación (velocidades); en función de la deformación se suele dividir en sólidos y líquidos. Cuando un material se deforma se genera una energía potencial que se va disipando poco a poco (relajación).

–**Tiempo de relajación:** Es el tiempo que transcurre desde que un material alcanza una tensión interior inicial hasta que alcanza el valor de esa tensión dividida por el número e . Un líquido perfecto tiene como tiempo de relajación 0, mientras que un sólido perfecto tiene como tiempo de relajación infinito. La deformación se ha estudiado por Newton. Los materiales de construcción se pueden agrupar en elásticos, viscosos y plásticos.

–**Cuerpos elásticos:** Cuando la acción de agentes exteriores que provocan deformación cesa también cesa la deformación y vuelve al estado primitivo.

–**Cuerpos ideales elásticos:** Pueden ser de dos tipos dependiendo de si siguen la ley de Hooke (Hookeanos, no Hookeanos). Los no Hookeanos utilizan el concepto de módulo de elasticidad tangente o secante.

Ley de Hooke: Relación lineal entre la tensión y la deformación.

Módulo de Poisson (dentro de los elásticos): Relación de la deformación transversal de una pieza con la deformación longitudinal.

–**Cuerpos elásticos no ideales:** La recuperación de la deformación está en función del tiempo.

–**Cuerpos viscosos:** Dentro de estos están todos los líquidos o semilíquidos. Cuando sometemos un fluido a una fuerza habrá una deformación que absorberá sólo parte de la energía, la otra parte se irá en calor. Cuanto más viscoso es el cuerpo mayor es la energía disipada. La inversa de la viscosidad es la fluidez. La unidad de viscosidad es el Poise y Centipoise. La viscosidad varía mucho de unos materiales a otros.

–**Carácter de los fluidos Newtonianos:** En ellos la velocidad de deformación es proporcional a la tensión cortante. Si el esfuerzo exterior es constante, la deformación va a ser proporcional al tiempo transcurrido.

–**Cuerpos viscoanelásticos:** Tienen una relación como consecuencia del esfuerzo que no es proporcional entre la tensión y la velocidad de deformación (betunes asfálticos).

–**Cuerpos viscoelásticos:** Tienen una deformación que permanece parcialmente (entre viscoso y elástico).

–**Cuerpos plásticos:** Tienen un comportamiento parecido a los viscosos. Su deformación empieza a partir de unos valores determinados de los esfuerzos.

–**Cuerpos de Bingham:** Se produce una deformación permanente en el lugar a partir del cual el material empieza a deformarse.

–**Cuerpos plastoanelásticos:** Son semejantes a los viscoanelásticos. La deformación es permanente, no hay una relación de deformación.

–**Cuerpos plastoelásticos:** La deformación es permanente en parte y otra parte se recupera como en los cuerpos elásticos.

–**Propiedades relativas a la deformación:**

–**Ductilidad:** Capacidad de un material de sufrir deformaciones por esfuerzos de compresión.

–**Fragilidad:** Es la mayor o menor facilidad del material a romperse sin haber sufrido casi deformación. Un cuerpo frágil no se ha de confundir con un cuerpo débil. Por ejemplo, los hormigones de gran resistencia son más frágiles que otros (menos flexibles). En algunos casos se usan materiales no frágiles, ya que éstos no nos indican el problema, sino que se produce la ruptura. Si es material flexible (no frágil) se verá una flexión, luego nos va a indicar la ruptura.

–**Tenacidad:** Capacidad de un material para absorber un trabajo como consecuencia de su deformación antes de llegar a la ruptura. Al haber deformaciones plásticas y elásticas, existen tenacidades plásticas y elásticas.

Tenacidad total = Tenacidad plástica + Tenacidad elástica

–**Tenacidad elástica:** Trabajo que es capaz de absorber el material en el tramo elástico.

–**Tenacidad plástica:** Trabajo que es capaz de absorber el material en el tramo plástico.

–**Resiliencia:** Es la energía absorbida (energía del choque) antes de la ruptura cuando hablamos de choque o impacto. Si la medimos en Kg/m y la dividiremos por la sección de rotura en milímetros cuadrados es lo que llamamos *resiliencia*. Los materiales frágiles serán poco tenaces al tener poca deformación.

□

Granito

Roca ígnea con formación y textura cristalina visible. Se compone de feldespato (en general feldespato de potasio y oligoclasa), cuarzo, con una cantidad pequeña de mica (biotita o moscovita) y de algunos otros minerales accesorios como circón, apatito, magnetita, ilmenita y esfena. Es de un color gris o rosado, y más raramente verde pálido o rojo.

El granito se cristaliza a partir de magma enfriado muy lentamente. Es más duro que el mármol y las calizas, lo que dificulta mucho la extracción y posterior transformación. Actualmente se utilizan herramientas de diamante para su elaboración. Se utiliza principalmente en la construcción tanto en exteriores como interiores.

El granito suele ser blanquecino o gris y con motas debidas a cristales más oscuros. El feldespato de potasio da a la roca un tono rojo o de color carne. El granito cristaliza a partir de magma enfriado de forma muy lenta a profundidades grandes bajo la superficie terrestre. Velocidades de enfriamiento muy lentas dan lugar a una variedad de grano grueso llamada pegmatita. El granito, junto a otras rocas cristalinas, constituye la base de las masas continentales y es la roca intrusiva más común entre las expuestas en la superficie terrestre.

La densidad del granito varía entre 2,63 y 2,75 g/cm³. Su resistencia a la presión se sitúa entre 1.000 y 1.400 kg por cm². Es más duro que la arenisca, la caliza y el mármol, y su extracción es, por tanto, más difícil. Es una piedra importante en la construcción; las mejores clases son muy resistentes a la acción de los agentes atmosféricos.

El granito se encuentra particularmente extendido en los antiguos escudos precámbricos, formados hace más de 4.000 millones de años, de Rusia, África, Canadá, Sudamérica y Escocia.

Tanto en texturas y estructuras como en tamaño de grano, el granito presenta gran variedad, siendo muy frecuente la estructura porfídica, con grandes cristales de feldespato. En general, las rocas graníticas forman yacimientos que oscilan desde pequeños diques, lacolitos, lopolitos, sills, etc., hasta enormes batolitos que cubren miles de kilómetros, como los escudos escandinavo, africano, canadiense, etc. Es frecuente encontrar granito en los núcleos de antiguos pliegues, e interestratificado entre otras capas sedimentarias. Generalmente aparece asociado a otras rocas plutónicas, como grabos, sienitas, dioritas, etc. Se utiliza en todo tipo de construcciones; algunas variedades coloreadas se aplican, bien pulidas, a finalidades ornamentales.

Tipos de granito

Dentro de las variedades de granito podemos encontrar las siguientes:

Granito alcalino: granito que presenta únicamente feldespatos alcalinos.

Granito anfibólico: variedad de granito que se caracteriza por la abundancia de algún anfíbol, principalmente hornblenda.

Granito cataclástico: el que presenta sus elementos cuarteados y rotos a causa de las presiones que ha sufrido en zonas de corrimiento. Presenta como característica más común cuarzo con extinción ondulante.

Granito gnéisico: variedad en la que las micas, principalmente, están orientadas presentando una estructura fluidal.

Granito porfídico: el que presenta grandes cristales de feldespato, que destacan sobre los demás granos de menor tamaño.

Mármol

Variedad cristalina y compacta de caliza metamórfica, que puede pulirse hasta obtener un gran brillo y se emplea sobre todo en la construcción y como material escultórico. Comercialmente, el término se amplía para incluir cualquier roca compuesta de carbonato de calcio que pueda pulirse, e incluye algunas calizas comunes; también incluye, en términos genéricos, piedras como el alabastro, la serpentina y, en ocasiones, el granito.

La superficie del mármol se deshace con facilidad si se expone a una atmósfera húmeda y ácida, pero es duradero en ambientes secos si se le protege de la lluvia. El mármol más puro es el mármol estatuario, que es blanco con una estructura cristalina visible. El brillo característico de este tipo de mármol se debe al efecto que produce la luz al penetrar levemente en la piedra antes de ser reflejada por las superficies de los cristales internos. La variedad más famosa de este mármol procede de las canteras del monte Pentelikon, en Ática, que fue el utilizado por los grandes escultores de la antigua Grecia, incluidos Fidias y Praxíteles.

El mármol de Paros, utilizado también por los escultores y arquitectos de la Grecia antigua, era extraído fundamentalmente de las canteras del monte Parpessa, en la isla griega de Paros. El mármol de Carrara, que abunda en los Alpes italianos y se extrae en la región de Carrara, Massa y Serravezza, fue utilizado en Roma con fines arquitectónicos en tiempos de Augusto, el primer emperador, aunque las variedades más finas de mármol escultórico fueron descubiertas más adelante. Los mejores trabajos de Miguel Ángel son de este tipo de mármol; es muy utilizado por los escultores contemporáneos.

Otros mármoles contienen una cantidad variable de impurezas, que dan lugar a los modelos jaspeados que tan apreciados son en muchos de ellos. Se usan para la construcción, sobre todo en interiores, y también en pequeños trabajos ornamentales, como pies de lámpara, mesas, escribanías y otras novedades. Las variedades escultóricas y arquitectónicas están distribuidas por todo el mundo en forma de grandes depósitos.

Podemos encontrar distintos tipos de mármol con diversos colores, brillos, resistencias, etc. que mostraré en el apartado siguiente.

Generalmente, los mármoles tienen diversas coloraciones, lo que hace de ellos piedras ornamentales muy

apreciadas. Los mármoles que se han formado por procesos de metamorfismo (conjunto de transformaciones mineralógicas y estructurales que sufren las rocas cuando están sometidas a presiones y temperaturas elevadas) regional y de contacto a partir de calizas y dolomías. Se encuentran en casi todas las épocas geológicas, pero de modo especial en los terrenos más antiguos. Son explotados en grandes canteras. El mármol es una de las rocas más utilizadas en escultura, en la construcción de monumentos funerarios, como piedra ornamental, etc.

El mármol, como material arquitectónico, alcanza por primera vez gran difusión en la arquitectura griega del siglo VI. Ya anteriormente, en el arte micénico y cretense se usaban mármoles de colores como revestimientos en paredes de templos y palacios. En Grecia, en tiempos de Pericles, el mármol aparece formando parte de edificios y templos. En Roma, el mármol desempeñó funciones decorativas y en el periodo de Augusto se incorporó a la arquitectura, con todas sus aplicaciones.

La función decorativa del mármol aparece también en la arquitectura bizantina y en la Siria cristiana. En el siglo VII pasó a Italia a través de Bizancio, y alcanzó gran difusión en el Renacimiento. En el periodo Barroco se usó principalmente como revestimiento. Por sus buenas cualidades físicas, el mármol es uno de los materiales escultóricos más estimados. Desde el arte egipcio hasta la escultura del periodo romántico, la obra se realizaba directamente sobre el material; pero a partir del periodo gótico se esculpía previamente un modelo en yeso, en el que se tomaban puntos de referencia que se trasladaban al bloque de mármol antes de comenzar la obra. En la escultura contemporánea se vuelve al primitivo tratamiento, realizando la obra directamente en mármol, dando más importancia a la espontaneidad creativa que a la perfección del acabado.

Tipos de mármol

Dentro de los materiales de construcción utilizados y distribuidos por las empresas podemos encontrar diversos tipos de mármol. Aquí muestro algunos de ellos junto con sus características físico-mecánicas.

ROJO ALICANTE

CLASIFICACION	
Roca marmórea	
TAMAÑO DE GRANO	
Fino	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	
Calcita como componente principal	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Peso específico aparente	2.71 gr/cm ³
Porosidad aparente	0.3 %
Coeficiente de absorción	0.1 %
Resistencia mecánica a la compresión	1460 kg/cm ²
Resistencia mecánica a la flexión	89 kg/cm ²
Res. comp. después helacidad	984 kg/cm ²
Resistencia al desgaste	2.42 mm.
Resistencia al impacto	30 cm.

ROJO/GRIS CEHEGIN

CLASIFICACION	
Roca marmórea	
TAMAÑO DE GRANO	
Acusadamente fino	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	
Doble carbonato de calcio y magnesio, óxidos de hierro y anhídrido silicio	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Peso específico aparente	2.69gr/cm ³
Porosidad aparente	0.20 %
Coeficiente de absorción	0.01 %
Resistencia mecánica a la compresión	1231kg/cm ²
Resistencia mecánica a la flexión	90 kg/cm ²
Res. comp. después helacidad	152kg/cm ²
Resistencia al desgaste	3.21 mm.
Resistencia al impacto	35 cm.

EMPERADOR OSCURO

CLASIFICACION	
Roca marmórea	
TAMAÑO DE GRANO	
Fino	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	
Calcita como componente principal	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS	
Peso específico aparente	2.65 gr/cm ³
Porosidad aparente	1.2 %
Coeficiente de absorción	0.4 %
Resistencia mecánica a la compresión	1597 kg/cm ²
Resistencia mecánica a la flexión	210 kg/cm ²
Res. comp. después helacidad	1375 kg/cm ²
Resistencia al desgaste	3.22 mm.
Resistencia al impacto	35 cm.

ROSA ZARCI

CLASIFICACION	
Roca marmórea	
TAMAÑO DE GRANO	
Fino	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	
Calcita principalmente, cuarzo y otras especies minerales	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS	

Peso específico aparente	2.66 gr/cm ³
Porosidad aparente	0.80 %
Coeficiente de absorción	0.30 %
Resistencia mecánica a la compresión	990 kg/cm ²
Resistencia mecánica a la flexión	214 kg/cm ²
Res. comp. después helacidad	–
Resistencia al desgaste	2.70 mm.
Resistencia al impacto	40 cm.

A parte de estos podemos encontrar los siguientes tipos de mármol:

Mármol azul antiguo: variedad de mármol muy rara, de fondo blanquecino con vetas azules en zig-zag.

Mármol azul de Wüttemberg: variedad de mármol formada por fosfato de calcio, muy empleado en ornamentación.

Mármol azul turquí: tiene vetas más oscuras que se van debilitando hasta confundirse con la masa.

Mármol bardiglio: igual que el mármol azul turquí.

Mármol brocatel: es del género de los jaspes. Tiene diferentes colores según los yacimientos: gris el de Bolonia, gris azulado el de Montin, amarillo el de Siena.

Mármol de brucita: producto obtenido por dolomitización del mármol.

Mármol campan: mármol atravesado por vetas micáceas.

Mármol cipolino: verdoso, micáceo, que contiene vetas de talco blanco; abunda en Córcega, Saboya y Piamonte.

Mármol de carrara: variedad de mármol blanco puro, originado por metamorfismo de contacto de calizas blancas. Muy empleado en la escultura. Ha sido explotado intensamente y desde muy antiguo en Carrara (Italia).

Mármol de Cothan: variedad de mármol formado a partir de calizas impuras; se caracteriza por unas marcas arborescentes. Abunda en Gran Bretaña.

Mármol de Florencia: mármol amarillo, a veces verdusco, realzado por un dibujo oscuro.

Mármol de Luni: Mármol blanco brillante, de grano muy fino. Abunda en Toscana.

Mármol de Paros: variedad de mármol estatuario, amarillemto y algo translúcido.

Mármol de Siena: mármol formado por grandes manchas irregulares amarillentas, rodeadas de vetas de color vinoso.

Mármol de Forsterita: mármol originado a partir de calizas magnesianas (dolomías), con un alto contenido en sílice.

Mármol de Ónix (ónice): variedad veteada de mármol translúcido de color blanco, amarillo, verde o rojo.

También se le denomina alabastro oriental.

Mármol Pentélico: mármol de grano muy fino con el que está hecho el Partenón.

BIBLIOGRAFÍA

- ENCICLOPEDIA TEMÁTICA GUINNES
- ENCICLOPEDIA SALVAT
- INTERNET
- ENCARTA 98
- ENCARTA 2000
- ORÚS ASSO, FÉLIX (*MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*)
- DICCIONARIO LAROUSSE ILUSTRADO
- CONSTRUCCIÓN (ANGEL HIDALGO BAHAMONTES)