

2.- GENERALIDADES

02

Historia de los materiales

1 Breve historia

Hacia el año 3000 a.C. habían aparecido la mayoría de los materiales tradicionales de construcción: la madera (donde la había) y la piedra para estructura y cerramiento; la piel como impermeabilizante en lugares lluviosos y los tejidos y la tierra absorbente en zonas desérticas; el ladrillo para cerramientos y la tierra y la cal para el cerramiento de suelos y paredes. El hierro se reserva para las herramientas (las civiles y las militares).

Hacia el años 1200 a.C

En Micenas ya aparecen las cerraduras y los pestillos para puertas. Esta cerradura incluye la nueva llave lacedemónica. Es la cerradura más antigua de las conocidas, en la que el pestillo como el ojo de la cerradura y la llave constituyen una unidad funcional.

Hacia el 600 a.C.

Los romanos introducen un nuevo aglomerante, la puzolana (tierra de pozzuoli) y el empleo del hierro como refuerzo de la piedra (Pont Salarius sobre el Tiber). Tarquino Prisco ordena tender el primer puente de piedra sobre el río Tiber. Es el pons Salarius. Este puente se pudo construir después de levantar la prohibición religiosa de construir con hierro, con lo que se pudieron emplear grapas de este metal.

Hacia el 300 a.C.

Los griegos ponen las bases para el uso del tornillo (plano inclinado helicoidal).

Hacia el 180 a. C.

Se normaliza el mortero de aire (cal apagada y arena en la proporción 1:2). Fue Marco Porcio Catón (Catón el viejo). En esa misma época Eumenes II, rey de Pérgamo, hace construir una tubería de agua a presión de varios kilómetros.

Hacia el 150 a.C.

Los romanos inventan el primer mortero hidráulico a base de cal calcinada y las puzolanas procedentes del Vesubio, a los que se agrega polvo de ladrillo. Es un mortero que se endurece con la humedad (hidrólisis, fraguado y endurecimiento). Se utiliza en la construcción de arcos y bóvedas.

Hacia el 100 a.C.

Los sirios hacen transparente el vidrio en Sidón posibilitando su empleo en la construcción para el cierre sin pérdida de luz. El interés de los romanos por el vidrio transparente y la proliferación de talleres de calidad dudosa dio lugar a la aparición de la marca CCAA (Colonia Claudia Agruppinensis Augusta), la primera marca de calidad conocida.

Hacia el año 100

Se utilizan ladrillo huecos (tubuli) para la conducción del aire caliente en los sistemas de calefacción romanos. En esta misma época aparecen las primeras tuberías para el suministro de agua potable mediante el empleo del plomo (venenoso y cancerígeno).

Hacia el 880

Se perfeccionan las vidrieras coloreadas. Todavía el vidrio de ventanas se consigue con fragmentos de recipientes de gran diámetro (con ligera curvatura). En la arquitectura mozárabe se usa el hierro en la rejería.

1330

Se inventa el vidrio lunar lo que aproxima al vidrio plano al conseguir placas redondas o en media luna de gran tamaño, que cortadas en cuadrados para formar los vidrios de ventanas.

1400

Aunque los babilonios ya utilizaban azulejos coloreados es en 1400 cuando se inventa un esmalte cubriente para la cerámica. Los árabes hacen un profuso uso de los azulejos (las mayólicas de Mallorca)

1539

El secretario de Enrique VIII de Inglaterra fabrica las primeras cañerías de plomo fundido sin soldadura.

1678

Hooke establece la teoría de la elasticidad, es decir la proporcionalidad entre el esfuerzo y la deformación por dilatación en su texto *De potentia restitutiva*. La constante de proporcionalidad entre la tensión y la deformación se conoce como módulo de elasticidad.

1728

Payne descubre un método para fabricar la chapa de hierro al fundir juntos hierro en bruto y escoria de hierro. Esta es la idea básica del proceso Martín. Además introduce el empleo de la técnica de laminado para la obtención de chapa. Esta laminación es posible gracias a que con su propuesta se acerca a la fabricación de acero que es más dúctil que la fundición.

1729

El tratado *Science des ingenieurs* de Balidor introduce el razonamiento científico en la construcción. Por primera vez se reúnen, en un solo texto de objetivos prácticos, los conocimientos teóricos que permiten resolver los problemas de los ingenieros militares. Por un lado, mediante razonamientos matemáticos, se desarrollan los métodos para determinar los espesores de los estribos de las bóvedas. Por otro lado, se desarrollan reglas para el dimensionamiento de vigas de madera, deducidas de la experimentación sistemática hasta la rotura.

1741

Se utiliza el acero como material para un puente colgante en Inglaterra.

1754

Cort inventa el proceso de laminado del hierro. Este año se inicia la construcción de la iglesia de Ste. Geneviève en París donde se introduce el acero como parte integrante de la estructura.

1756

Smeaton vuelve a utilizar el cemento romano mezclando cal y arcilla en la construcción de un faro.

1779

La fundición sustituye a la mampostería en los puentes.

1780

Reignier fabrica los primeros cables de acero.

1786

Watson fabrica chapa de acero bañada en cinc resistente al óxido siguiendo una observación del francés Malouin. Primero se pulen y se la introduce en un baño de cloruro amónico

1790

James Keir descubre el acero «*corten*» que se protege de la oxidación con una capa previa de óxido que impide el progreso del oxígeno en el acero. Esta capa de protección se provoca con una solución previa en ácido nítrico concentrado que la limpia. Después se introduce en cloruro de amonio para mejorar la adherencia del recubrimiento y , por fin, se baña a alta temperatura en un baño de zinc.

1796

Parker somete a cocción la cal hidráulica obteniendo un aglomerante al que llama «*cemento romano*».

1801

Boulton y Watt utilizan la fundición para los edificios en columnas, marquesinas y vigas.

1807

Young generaliza la proporcionalidad de los materiales elástico proponiendo el módulo de elasticidad a partir de la propuesta de Hooke para el caso particular para la dilatación elástica. Young establece los valores del módulo que define para numerosos materiales.

1820

Burr inventa un procedimiento para fabricar tubos de plomo sin soldadura basado en la compresión del plomo colado. McAdam utiliza un procedimiento artificial para las capas de rodadura de las carreteras en base a grava y gravilla.

1821

Berthier inventa el acero al cromo aumentando su resistencia y dureza

1824

Aspdin fabrica el primer cemento artificial a partir de creta calcinada y mortero de cal. Lo llamó cemento Pórtland debido a que su color final era parecido al de las piedras naturales de esa localidad inglesa.

1828

Walker inventa la chapa ondulada que es más resistente. Spencer racionaliza el proceso de fabricación con laminadores de hierro.

1839

La industria de la construcción naval introduce la construcción mixta de hierro y madera, además de la preocupación por la corrosión por diferencia de potencial eléctrico entre el hierro y el cobre.

1844

Lucas Chance construye el primer horno continuo para el estirado del vidrio que permitieron la obtención del vidrio plano. En este mismo año Galloway inventa un revestimiento formado por pedazos de corcho pegados mediante gutapercha. Es el primer linóleo (nombre derivado del aceite de linaza). La gutapercha es una resina de la savia de los árboles tipo *Pallaquium* de Malasia. A partir de los 80 ° C se puede amasar y laminar.

1844

Yale inventa la cerradura de seguridad con llaves que incluyen ranuras y entalladuras que cuando coinciden hacen girar el bloque de la cerradura. Jonson perfecciona la fabricación del cemento Pórtland al aumentar la temperatura del horno de calcinación y moliendo el resultado.

1847

Siemens construye una máquina capaz de revestir los cables eléctricos de gutapercha. Material éste que no resiste las aguas freáticas.

1849

Joseph Monier, un jardinero de 26 años, inventa el hormigón armado. La idea le sobrevino de la observación del *armado* que las plantas se dan mediante el uso de fibras elásticas y lignificadas.

1850

Wolf fabrica acero al níquel con alta resistencia a la corrosión manteniendo la resistencia y la dureza. Gorrie construye la primera máquina frigorífica para el enfriamiento de espacios.

1852

Werder construye la primera máquina universal para realizar ensayos tracción, compresión, corte, etc., a los materiales. Thomson (el futuro lord Kelvin) inventa el principio de la bomba de calor.

1854

Merian aplica el asfalto (procedente de Trinidad y del Mar Muerto) a las capas de rodadura de las carreteras. De este modo mejora la solución de Mcadam con gravas y gravillas.

1855

Bessemer inventa el convertidor que abarata sustancialmente la producción de acero.

1856

Pantotsek inventa el procedimiento para fabricar vidrio irizado.

1857

La empresa Otis instala el primer ascensor para personas en el edificio de cinco plantas de la tienda de porcelanas Haughwout & Co.

1858

Oxland alea el acero con wolframio con lo que consigue que aumente su resistencia al desgaste y a la acción del calor y, sobre todo, su dureza.

1859

Sainte-Claire consigue hacer económicamente posible la producción lingotes de aluminio.

1862

Langen inventa el cemento Pórtland siderúrgico al observar el poder hidráulico de las escorias de altos hornos.

1867

Thomson inventa la soldadura eléctrica por resistencia.

Baeyer identifica las diferencias entre la condensación y polimerización estableciendo las bases para la química de los plásticos

1882

Abbot prueba distintas aleaciones que culminan en 1913 con el acero inoxidable

1886

Hall y Héroult inventan un procedimiento para la producción industrial de aluminio.

Döring inventa el hormigón pretensado.

1890

Schott crea el primer vidrio capaz de soportar un cambio brusco de temperatura. Es el vidrio de silicato de boro.

1892

Kühlewein inventa el cemento de amianto o fibrocemento. Es un material impermeable que posibilita la fabricación de placas de cubierta, depósitos, etc.

1893

De Place inventa los ensayos no destructivos de metales mediante un percutor y un receptor de las ondas generadas.

Drummon establece un procedimiento para la producción de fibra de vidrio.

1894

Sackett patenta el cartón yeso.

1895

La empresa Rehin und Lahn fabrica la primera hormigonera facilitando la homogeneidad del amasado.

1897

Krische inventa la «galalita» un plástico a partir del queso fresco de leche descremada.

1899

Hennebique construye el primer edificio de hormigón armado

1900

Kipping descubre la silicona en los experimentos con fibras artificiales basadas en cadenas de silicio. No se explotan hasta el años 1942.

Fouché crea la soldadura autógena mediante la combustión de acetileno con oxígeno puro.

1903

Brinell establece el sistema que lleva su nombre de medir la dureza de una superficie por el diámetro de la huella de la aplicación de una bola de acero en determinadas condiciones.

1904

Freysinnet mejora el hormigón pretensado, calculando la disposición de los elementos de acero dentro de la pieza de hormigón.

1906

Wilm inventa el duraluminio. Es una aleación de aluminio, cobre y magnesio. Es ligero y resistente.

1907

Sørensen introduce el concepto de ph.

1909

Baekeland crea el caucho sintético, fuente de los plásticos duros.

1912

Se fabrica por primera vez el Policloruro de Vinilo, a partir de la obtención del cloruro de vinilo por Regnault en 1862.

1913

Se aprecia que la aleación de acero con cromo y níquel es inoxidable.

1928

Bauer descubre el plástico transparente (plexiglás). Es el polimetacrilato.

1929

Bayer fabrica la primera resina de poliéster. Tienen gran importancia para la fabricación de pinturas resistentes a la meteorología.

1930

Se fabrica a gran escala la fibra de vidrio.

1933

Los químicos de la ICI británica descubren el polietileno.

1935

Wick descubre un método para la fabricación masiva del PVC

Sokolov inventa el procedimiento de ensayo no destructivo de materiales mediante ultrasonido.

1946

CIBA inventa el pegamento de dos componentes, el «*Araldit*». Es la primera resina epoxídica.

1948

Se fabrican los plásticos armados con fibra de vidrio.

1950

Se comienza la fabricación de nuevas fibras textiles sintéticas como el *dralón*. Son el origen de los actuales geotextiles utilizados en la construcción.

1953

Ziegler obtiene el polietileno.

1958

Pilkington establece el procedimiento para la fabricación de vidrio plano de precisión en su espesor sin necesidad de pulido.

1963

Se descubren las fibras de carbono para aumentar la resistencia de los materiales ligeros.

1967

La empresa Schott obtiene la cerámica de vidrio (vitrocerámica) que no presenta dilatación mensurable.

1973

La universidad de Delaware construye la primera casa equipada con placas solares.

1980

Nace el reciclado de materiales.

Hemos parado en este punto porque lo que significa de final de un ciclo. El reciclado de los materiales es el reconocimiento de que ni posible ni sensato seguir extrayendo materiales de la naturaleza de forma ilimitada y, desde el punto de vista de la formación en materiales, que esta disciplina sufrirá una transformación al tener que ocuparse de la reutilización de los materiales hasta agotar sus posibilidades en un determinado marco tecnológico.

Afortunadamente, la construcción es consciente del cambio de situación y nos llegan los ecos de los primeros ejercicios de fabricación orientada por la eficiencia energética y la capacidad de reutilización del material. Los países con escasez de suelo y de macizos montañosos son los primeros en reaccionar. Es el caso de Holanda que lidera el empleo de materiales reciclados en la Unión Europea.

2 Nuevas tendencias

En el apartado anterior se ha podido comprobar que siempre se ha procurado optimizar el conocimiento tecnológico encontrando, allí donde había recursos, soluciones a la mayoría de los problemas constructivos. Naturalmente había diferencias entre las ciudades y las zonas rurales como las había entre las ciudades capitalinas, grandes consumidoras de recursos y las ciudades secundarias. De Roma se sabe que la aglomeración de la población obligó a construir en altura llegándose a edificios de hasta 20 metros de altura con cierta facilidad. Pero los hitos de la antigüedad residían en los aciertos más sutiles tales como el vidrio transparente para el cierre que deja pasar la luz o los metales para la conducción de agua, aún con riesgos de envenenamiento, como ocurría con el plomo.

Lo que caracteriza a nuestra época es la explotación refinada, hasta convertirlos en *distintos*, de materiales tradicionales como la cerámica y el vidrio o materiales convencionales como el cemento o el acero. El hormigón que es imbatible en la obra civil presenta una paradoja en la edificación media y pequeña. En efecto, los cuidados para garantizar la durabilidad de la estructura, puede hacer competitivas soluciones tradicionales que, al fin y al cabo, no requiere reciclado para ser usadas de nuevo y resuelve con naturalidad problemas de aislamiento acústico. Evidentemente, los elementos resistentes horizontales se han de resolver con hormigón armado o pretensado. Esta paradoja y otras semejantes puede llevar a que el sector dé un paso (humilde) atrás para recuperar técnicas tradicionales seguras. Las nuevas tendencias van ligadas en gran medida a los desafíos que plantea el diseño asociado, en general, a clientes poderosos. Cuanto mayores son los espacios y más espectaculares los efectos buscados más sofisticados tendrá que ser los materiales involucrados: vidrios estructurales; adhesivos polivalentes; madera tratada, etc. Pero entre la sencillez de una edificación familiar tradicional de muros de sillería y fábrica sin instalaciones y un edificio de vanguardia con los últimos adelantos del catálogo de los fabricantes se sitúan edificios medianos de viviendas con estructura convencional de hormigón estructural en los que la industria encuentra un mercado masivo para su capacidad puesta a prueba en los proyectos de vanguardia. En general las propuestas más atrevidas son versiones reducidas de los logros en los edificios emblemáticos. Las instalaciones son la parte más llamativa con las necesidades artificiales ligadas con la industria del entretenimiento o el control telemático de los electrodomésticos. Los problemas tradicionales de la edificación, tales como la seguridad estructural o frente al fuego y el aislamiento acústico o térmico son también generadores de nuevos materiales que intentan resolver la habitual dificultad del sector para solucionar los problemas de la construcción moderna con estos requisitos. Igual ocurre con los requisitos nuevos, tales como el impacto medioambiental o la seguridad en el uso.

En resumen, a los materiales tradicionales (piedra, madera...) y convencionales (hormigón, acero) se suman dos nuevas fuentes generadoras de materiales:

- Los requisitos tradicionales de seguridad y aislamiento que la construcción actual resuelve con naturalidad (prefabricados, fibra de vidrio, silicona...)
- Los requisitos nuevos de respeto al medioambiente o de seguridad en el uso (materiales reciclados, antideslizantes...)

Y para conseguirlo se emplean, básicamente, dos líneas de acción:

- La mejora de los materiales conocidos con determinados modificadores o con un conocimiento más refinado de sus posibilidades (cerámicas monococción, aceros de alta ductilidad, madera laminada tratada)
- La generación de nuevos materiales en el sentido más radical (resina epoxi, silicona, etc)