

LA CONSTRUCCIÓ  
ARQUITECTÒNICA  
I  
LA CRISI DE LA  
TRADICIÓ.  
(1875-1985).

Un estudi sobre l'ensenyament  
de la Construcció Arquitectònica  
a l'Escola d'Arquitectura  
de Barcelona.

Tesi doctoral d'Albert Casals i Balagué, arq.  
Ponent: Ignacio Paricio Ansuátegui, Dr. arq.

ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA

Programa de la asignatura

de

CONOCIMIENTO DE MATERIALES

Profesor

A. GELER Y MARCH

---

Barcelona 1940.



## P O R T I C O

=====

### Lección 1ª.

División general de los materiales de la construcción. Su carácter arquitectónico. Origen común de los materiales.

---

Materiales naturales y artificiales; inorgánicos y orgánicos. Resumen de su conocimiento y fases de su trabajo y empleo en la historia de la humanidad. Influencia de los mismos en la determinación de los sucesivos estilos arquitectónicos. La tierra origen de los materiales constructivos. Teoría de su formación. Elementos que constituye la litosfera: de escoriación, de precipitación, de emanación y combustibles minerales.

### PARTE PRIMERA-

#### MATERIALES PÉTREOS

#### 1ª PIEDRAS NATURALES

#### GENERALIDADES DE LAS ROCAS

### Lección 2ª.

Clasificación de las rocas por el origen de los yacimientos.

---

Formas que presentan los yacimientos rocáceos. Rocas eruptivas antiguas y modernas. Diferenciación evolutiva del magma fundamental. Rocas sedimentarias: períodos de su generación. Formaciones diferentes de los sedimentos. Accidentes de sedimentación. Rocas metamórficas: orígenes y transformación. Grupos y edades en que se dividen las formaciones rocáceas.

### Lección 3ª.

Elementos minerales constitutivos de las rocas.

---

Cuerpos químicos simples que integran los minerales. Formas y dimensiones de los minerales. Minerales pétreos más importantes. Familias de los cuarzos, feldspatos, micas, piroxenos, anfíboles, olivinos, granates, cloritas, carbonatos y sulfatos. Su composición, sistema cristalino, color y otras propiedades. Minerales metálicos. Combustibles minerales. Importancia relativa de los minerales en las rocas.

### Lección 4ª.

Divisiones y nomenclaturas de las rocas por sus propiedades físico-químicas y técnicas.

---

Clasificación y nomenclatura de las rocas atendiendo a su composición química y mineralógica; a su estructura cristalina o amorfa; a sus soluciones de continuidad; a sus propiedades de consistencia, dureza, altura, color, condiciones geológicas del yacimiento.

nes generales relativas a esos diferentes aspectos. Clasificación de las rocas adoptada en nuestro programa.

## ESTUDIO MONOGRAFICO DE LAS ROCAS.

### ROCAS ERUPTIVAS.

#### Lección 5ª.

Rocas eruptivas antiguas. Granito.

---

Composición y origen del granito. épocas diferentes de su formación. Formas geológicas que afecta el granito. Yacimientos principales nacionales y extranjeros. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Variedades. Ventajas en construcción. Descomposición del granito. Usos y ejemplos de su empleo.

#### Lección 6ª.

Grupo de rocas afines al granito. (Graníticas)

---

Sienita, Diorita, Diabasa, Serpentina y Gabros. Composición y origen de estas rocas. Diversas épocas de su formación. Formas geológicas de sus yacimientos y comarcas donde se hallan los más importantes nacionales y extranjeros. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Variedades. Propiedades constructivas. Ejemplos de su empleo.

#### Lección 7ª.

Rocas eruptivas melásicas. (Torfídicas).

---

Tórfidos cuarcíferos o felsitas, graníticos, sieníticos y arcillosos. Torfiritas. Meláfiros. Composición, origen, épocas, formas geológicas y yacimientos importantes de estas rocas. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Propiedades constructivas. Usos y ejemplos de su empleo.

#### Lección 8ª.

Rocas eruptivas modernas o superficiales. (Volcánicas).

---

Grupo de las rocas eruptivas ásperas al tacto: Traquitas, Liparitas, Andesitas y Fonobitas. Grupo de aspecto y tacto vítreo: Retinita, Perlita, Obsidiana y Pomita. Composición y origen de las Rocas de ambos grupos. Épocas de su formación y yacimientos. Caracteres físico-químicos. Propiedades constructivas y ejemplos.

### ROCAS METAMÓRFICAS.

#### Lección 9ª.

Rocas metamórficas de diferentes orígenes.

---

Rocas metamórficas de origen eruptivo antiguo o esquisto-cristalinas: Gneis, Micacita, Talcita, Clorita y Anfibolita. Grupo de las de origen eruptivo moderno o esquisto-volcánicas: Traps, Dolerita, Basalto, lavas y Tobses volcánicos. Grupo de las de origen sedimentario o esquisto-arcillosas: Pizarras. Composición y origen de estas rocas. Formas y épocas geológicas. Yacimientos. Caracteres. Propiedades constructivas.

## ROCAS SILICEAS

### Lección 10.

Rocas silíceas de diferentes orígenes.

---

Cuarcita, Itacolúmita, Lidita, Silox, Jaspe, Pedernal. Su constitución caracteres y usos. Ejemplos de su empleo.

## ROCAS SEDIMENTARIAS

### Lección 11.

Rocas calizas ordinarias. (No pulimentables).

---

Composición de las rocas calizas. Calizas arcaicas y primarias: grauwacas, de montaña y carboníferas. Calizas secundarias: del triásico, jurásico y cretáceo, en sus pisos diferentes. Calizas terciarias: numulíticas, finas, grosseras, travertino y tobas calizas. Calizas fibrosas: alabastro, ónix. Probable metamorfismo de algunas de estas calizas. Propiedades constructivas. Yacimientos nacionales y extranjeros. Ejemplos de su empleo.

### Lección 12.

Rocas calizas metamórficas. (Pulimentables o mármoles).

---

Caracteres de los mármoles. Denominaciones que toman atendiendo a su estructura, origen, edad, agrupación de sus elementos y por los dibujos y colores que adoptan. Principales canteras españolas y extranjeras. Mármoles antiguos monumentales. Causas de la destrucción de los mármoles. Usos frecuentes y labras especiales.

### Lección 13.

Rocas afines a las calizas.

---

Dolomías, Margos, Piedra del Yeso y Alabastro yesoso. Variedades. Composición y origen. Epocas. Formas geológicas y yacimientos. Propiedades y aplicaciones de estas rocas. Ejemplos de su empleo.

### Lección 14.

Rocas clásticas cementadas. Id. disgregadas y agregadas.

---

Rocas cementadas; areniscas. Conglomeradas: brechas y pudingas. Disgregadas o sueltas: cantos erráticos, cantos rodados; Guijeros y arenas. Agregadas; arcillas, lías y fangos. Composición y origen de todas estas rocas. Principales yacimientos nacionales y extranjeros. Propiedades y usos.

## TRANSFORMACION DE LAS ROCAS EN PIEDRAS CONS-

## TRUCTIVAS.

### Lección 15.

Lección de una cantera. Ensayos de las rocas.

---

Reconocimiento de la muestra de una roca; a simple vista y el microscopio. Análisis mineralógico: elementos componentes. Análisis químico. Ensayos mecánicos: resistencia a la compresión. Id. a la flexión. Determinación de la porosidad, compactación, peso específico, conductibilidad térmica, humedad natural, alterabilidad, durabilidad y des-

## Lección 16.

Explotación de canteras.

---

Sustancias explosivas: pólvora, nitroglicerina y dinamita. Medios para producir la explosión: mechas, cebos y fulminatos. Sistema de explotación de una cantera: cuñas, pistoletas múltiples, regatas, sierra de arena, barrenos y perforadoras. Grandes voladuras: por explosiones múltiples, por hornillos, pozos y galerías. Hornillos por ataque químico. Explotación por succión y derrumbamiento. Explotaciones subterráneas.

## Lección 17.

Labra de las piedras.  
Su pulimento.

---

Labra a mano de las piedras duras. Herramientas: Id de las piedras blandas: Esmerilado y pulimento a mano. Labra mecánica. Pulidoras mecánicas. Mochacabras. Principales aplicaciones arquitectónicas e ingenieriles de las piedras naturales. Obtención de un sillar de mampuestos, gravas y arenas. Defectos de las piedras: mástics. Conservación de las piedras heladizas.

## 2º.- PIEDRAS ARTIFICIALES

a) Piedras artificiales endurecidas por fraguado de materiales aglomerantes.

---

## MORTEROS CALIZOS

### Lección 18.

Mortero de cal grasa.  
Fabricación de esta cal.  
Dosificación de propiedades del mortero.

---

Cales grasas: blancas y grises. Cochura de la piedra de cal grasa. Hornos: temperatura apropiada. Apagado y conservación. Mortero de cal grasa: su fabricación. Función que desempeña la arena. Proporciones de la mezcla. Rebatico. Usos. Lechada de cal.

### Lección 19.

Mortero de cal hidráulica.  
Fabricación de esta cal.  
Dosificación.

---

Productos resultantes de la calcinación a varias temperaturas, de piedras calizas de composición diferente. Cales hidráulicas: su clasificación. Índice y módulo de hidraulicidad. Cochura. Hornos. Apagado. Cernido. Grappiers de cal. Conservación de la cal hidráulica. Morteros de cal hidráulica: su fabricación. Explotación del fraguado y endurecimiento. Rebatico. Usos de estos morteros.

## Lección 20.

Morteros de cemento.  
Cemento Portland: su  
fabricación.

---

Definición del cemento Portland. Materias primas empleadas en su fabricación y Preparación de la mezcla por vía húmeda y por vía seca. Dosificación. Cuchura: hornos. Molturación. Cernido. Envase y conservación.

## Lección 21.

Dosificación de los  
morteros de Portland.

---

Arenas a elegir. Mortero compacto: cantidad de cemento y agua por metro cúbico de arena. Dosificaciones en las obras usuales; equivalencias en peso y volumen. Rendimientos. Mortero de tres elementos o bastardo. Importancia de la composición granulométrica de la arena. Estudios de Faret; capacidad de un mortero.

## Lección 22.

Morteros de cementos  
varios.

---

Morteros de cemento lento natural. Id de cemento rápido o romano. Id de cementos mixtos. Id de cemento blanco. Id de cemento aluminoso fundido o supercemento. Morteros puzolánicos. Usos de todos estos morteros. Causas internas y externas de destrucción de los morteros.

## Lección 23.

Ensayos de los aglomerantes y morteros hidráulicos.

---

Análisis químico de un aglomerante hidráulico. Finura del molido del mismo. Homogeneidad. Densidades absoluta y aparente. Pasta normal: sonda de Vicat. Duración del fraguado; aguja de Vicat. Confesión de las probetas a ensayar. Pruebas de las resistencias mecánicas: balanza de Michaelis y prensa de Ansler-Laffon. Pruebas de deformidad en frío y en caliente. Id a la impermeabilidad.

## Lección 24.

Normas que deben satisfacer los ensayos de los aglomerantes tipo Portland.

---

Cantidades límites admisibles de los elementos constitutivos del Portland. Aspecto a la lupa y al microscopio. Finura del molido. Densidad aparente. Límites del peso específico. Normas para el fraguado. Resistencias mecánicas que deben alcanzar las pastas y los morteros de Portland sumergidos en agua dulce y en agua salada en diferentes tiempos. Coeficiente de adherencia a diferentes materiales. Varias sobre la constitución y el fraguado del cemento Portland: química, coloidal y térmica.

## HORMIGONES

## Lección 25.

Dosificación y fabricación del hormigón.

---

Materiales de relleno que se emplean en los hormigones: naturales o artificiales, pesados o ligeros. Naturaleza, forma y tamaño de las piedras del hormigón ordinario. Proporción entre las piedras y las arenas que determinan una mayor resistencia. Tanto por ciento de agua precisa para las consistencias seca, normal y fluida, referido al peso sólido total. Hormigón compacto: su dosificación. Hormigones grasos y áridos: dosificaciones en peso y

Bianco, Watpsoof etc. Fabricación del hormigón a mano. Id a máquina: hormigoneras.

### Lección 26.

Colocación de hormigón en obra. Ensayos del hormigón.

---

Puesta en obra del hormigón en sus diferentes consistencias. Hormigones colados: adaptabilidad de moldeo. Hormigones apisonados. Id debajo de agua. Id proyectados y centrifugados. Id armado. Id de cal y cemento y de trasacramento. Id ligeros. Comportamiento de los hormigones en el tiempo del fraguado y en el período del endurecimiento: resistencia a las temperaturas extremas, a las aguas corrientes, a la permeabilidad, a los incendios, a la corrosión por ácidos, por sales, lacas y aceites y a la transmisión del sonido. Ensayo mecánico del hormigón: cifras de elasticidad, adherencia, dilatación, densidades y resistencias a la compresión en diferentes composiciones.

### Lección 27.

Elementos de hormigón pesado usuales en el comercio.

---

Bloques y sillares de hormigón, macizos o huecos. Formas en I, U, T, E, etc, con juntas planas o con resaltes. Columnas, peldaños, frentes con o sin pulimento. Cooperación con los elementos de piedra natural. Ladrillos de hormigón. Tubos ordinarios, armados y centrifugados. Depósitos. Planchas para forrados de paredes. Losas para techos. Planchas de marmal artificial: marcas, Iap, Italit, etc. Peldaños resistentes al roce no resbaladizos.

### Lección 28.

Elementos ligeros de hormigón usuales en el comercio. Protección del hormigón.

---

Bloques huecos de hormigón ligero: Marcas. Placas para paredes huecas: formas de diedro, etc. Id para tabiques: marcas Cocolint, Krupp, etc. Id para recubrimiento y tejados: marcas Sternit, Uralita, Rocalla, etc. Ladrillos huecos de hormigón. Id de serrín y cemento. Id de gravilla pómez o escorias. Materiales para proteger los morteros y hormigones. Silicatos: marcas Atzet, etc. Plintos marcas Avolin, etc. Componentes amoniacales de ligas metálicas: marcas Gernitol, etc. Substancias coloidales y para fines de varias marcas.

### Lección 29.

Materiales de elementos fraguados de pavimentación; pesados y ligeros.

---

Materiales para pavimentos monolíticos. Mortero Portland dosificado para chapas. Portland con fragmentos de piedras duras: marcas Terrazzo, etc. Portland con materiales metálicos: marcas Metalicrón, Duromit, etc. Cemento con aserrín: marcas Vilolita, Dermas, etc. Cemento con harina de corcho: marcas Rubolith, Durament, etc. Cemento con asbesto: polvo de cuarzo, carburo de silicio, piedra pómez, etc. - Elementos para pavimentación. Losetas de mosaicos hidráulicos: su fabricación. Id de piedras machacadas o mosaicos de granito. Id de cemento y goma: marcas Pirelli, etc. Id de cemento y aserrín: marcas Fonitrem, etc. Vilolite en losetas.

Lección 30.

Obtención del yeso lento y del yeso rápido. Elementos de yeso.

---

Yeso de fraguado rápido. Temperatura de coadura. Molido y cernido. Cantidad de agua para batido. Duración del fraguado. Entumecimiento. Resistencias a la tracción y a la compresión. Uso del yeso de fraguado rápido: vaciados, enlucido de paredes y techos. Elementos en yeso rápidos: Placas ligeras con armazón de cañas, fibra de coco, arvilletas, tela metálica, etc.- Yeso de fraguado lento (Estrichgips). Su temperatura de coadura. Aplicaciones del yeso lento: marcas Duronit, Diademit, etc.

REVOCOS DE CAL, CEMENTO Y YESO

Lección 31.

Morteros para revocos, enlucidos y estucos.

---

Clasificación de los morteros del cal grasa para revocos: enlucidos con la misma cal. Morteros hidráulicos para revocos. Revocos artísticos granulados con gravillas o restos cerámicos, peinados, garapiñados, tirados finos o gruesos, esgraciados, ondulados, etc.- Materiales de sostenimientos de los revocos: fibras de amianto, telas metálicas, redes especiales, láminas estiradas, etc.- Estucos: de escayola, de yeso alúmbrico, de cal grasa y polvos de mármol, mate o brillante. Estuco mate, duro e impermeable: marcas Moncadí, Durintonaco, etc.

b) PIEDRAS ARTIFICIALES ENDURECIDAS POR COADURA DE PASTAS ARCILLOSAS.

Lección 32.

Industrias cerámicas: su división. Propiedades de las arcillas.

---

Clasificación y denominaciones que toman los productos cerámicos atendiendo a las características de su pasta y a la temperatura de coadura. Substancias plásticas y desengrasantes. Comportamiento de las arcillas a los agentes naturales. Arcillas fusibles, vitrificables y refractarias. Ensayo de las arcillas: químico, mecánico de levigación a la plasticidad, a la contracción y a la fusibilidad. Tierras refractarias: sus clases.

Lección 33.

Alfarerías. Ladrillos ordinarios. Fabricación y clases diferentes.

---

Tierras a emplear en la fabricación de los ladrillos: su excavación a mano y a máquina. Homogeneidad de la pasta por vía seca y por vía mojada y mixta. Moldeo a mano. Id a máquina: fabricación de los ladrillos al aire libre o en cámaras. Coadura. Hornos intermitentes o continuos: tipos Hoffmann, Marcas de los ladrillos. Denominaciones que toman por sus gruesos, formas y gruesos de coadura. Número de ladrillos que entran por metro cúbico y metro cuadrado. Pruebas de los ladrillos.

Ladrillos ligeros.  
Elementos de alfare-  
ría ligera. Ladrillos  
refractarios. Id  
Klinker.

---

### Lección 35.

Elementos de alfare-  
ría de cocción, paví-  
mentación, conducción  
y de revestimiento.  
Gres y Porcelanas.

---

Ladrillos huecos: tierras apropiadas. Mol-  
deado: hileras o boquillas y cortador. Ladri-  
llos porosos. Bloques huecos ligeros para muros:  
marcas Triol, etc. Elementos huecos para techos:  
de lados verticales, convergentes, de aletas, cas-  
tonados, curvados, para ser armados, etc. Ladri-  
llos Klinker o Litocerámica: su alto valor. Mol-  
duras, revestimientos y tierras cocidas ornamen-  
tales.

Tejas árabes, plenas, flameadas, mecánicas  
en escama, etc. Su fabricación y normas que deben  
satisfacer. Baldosas y baldosines y mosaicos de  
terrazza cocida; marcas Folla, Toda, etc. Baldosas de  
cuarzo triturado y arcilla: marca Vulcancl. Ad-  
quines de granito o serpentina con arcilla: marca  
Wurlitzita. Tubos ordinarios y refractarios. Azu-  
lejos decorativos. Sus diferentes clases; lisos,  
pintados a mano, con trozo, a cuerda seca, etc.  
Marcas antiguas y modernas, españolas y extran-  
geras. Elementos sanitarios de gres y porcelana.

#### c) PIEDRAS ARTIFICIALES ENDURECIDAS POR SIMPLE ENFRIAMIENTO DE LA PASTA FUNDAMENTAL.

### Lección 36.

Betunes y asfaltos.  
Obtención y aplicacio-  
nes.

---

Betunes naturales. Líquidos, maltosos, té-  
rreos arenáceos y pétreos: yacimientos. Extrac-  
ción del betún de las calizas bituminosas. Be-  
tunes artificiales o petrolíferos: su obtención  
e importancia. Característica del betún: aspec-  
to, olor, reblandecimiento, ductilidad y visco-  
sidad. Aplicaciones. Asfalto comprimido. Asfal-  
to fundido. Normas de recepción de los pavimen-  
tos de asfalto. Brea mineral o asfalto: alqui-  
tranos. Másticos de asfalto: marcas Gomit, Gou-  
dronit, etc.

### Lección 37.

Vidrio. Fabricación  
Aplicaciones construc-  
tivas y decorativas.

---

Constitución y clasificación de los vidrios  
en general. Materias primas. Preparación de las  
mismas. Cochura. Manera de obtener los vidrios  
planos: por soplado, estirado (Pibbey-Owens) y  
por coladura. Baldosas, y lunas. Bloques y la-  
drillos huecos: marcas Falconfer, Vitral, etc.  
Lanchas de revestimiento: marcas Marbrite, A-  
palit, etc. Vidrios difusores: marcas Solcil,  
Vis, armados, etc. Vidrios artísticos. Quali-  
dades y defectos de los vidrios. Ensayos.

## P A R T E   S E G U N D A .

### MATERIALES METÁLICOS.

### Lección 38.

Generalidades de los  
metales. Clasificación  
de los metales ferrosos.

---

Metales mas empleados en la construcción:  
condiciones que deben reunir. Resumen histórico  
de su empleo. Minerales de hierro: preparacio-  
nes a que se someten antes de beneficiar el me-  
tal. Ligas metálicas del hierro: con el carbono.

temple. Ligas del hierro con el silicio, el fósforo, el azufre, el manganeso, el cobre, el níquel, el cromo, el tungsteno, el aluminio, etc.

### Lección 39.

Hierros no forjables.  
Fundiciones o hierro colado.

---

Fundiciones de primera fusión. Altos hornos: su descripción y funcionamiento. Fundentes. Sangría: regueras y lingotes. División de las fundiciones: por su composición y color; por el aspecto de su fractura; por el combustible empleado y por su destino. Productos secundarios del alto horno: aprovechamiento de las escorias ácidas y básicas. Fundiciones de segunda fusión: en crisoles, cubilotes y hornos de reverbero.

### Lección 40.

Hierros y aceros forjables  
obtenidos directamente en  
estado pastoso.

---

División de los hierros y aceros forjables según el método de obtención. Hierros y aceros soldados o batidos obtenidos por afinación en forjas o por pudelación: marcha de las operaciones. Teoría del afino. Aceros soldados por cementación. Fundición maleable. Máquinas de cinglar. Cinglado de los hierros y aceros soldados, por prensas, laminadores y martinets.

### Lección 41.

Hierros y aceros forjables  
obtenidos indirectamente  
en estado líquido.

---

Hierros dulces y aceros fundidos y homogéneos. Obtención del acero en los convertidores. Proceso ácido o Bessemer y básico o Thomas. Aceros Martin Siemens en hornos: procesos ácido y básico. Aceros al crisol: cementación. Aceros especiales inoxidables; al níquel, cromo, aluminio, tungsteno, molibdeno, vanadio, etc: marcas Acero parkerizado, Anticorro, Firth-Staybrite, Firth-Stainless, Silisthal, etc, Aceros rápidos. Propiedades y aplicaciones de todos estos aceros.

### Lección 42.

Maneras de dar forma a  
los hierros y aceros ob-  
tenidos en estado líquido  
fundido.

---

Modelos de los productos de hierros y aceros fundidos. Confección de los moldes en varios materiales. Diferentes clases de moldes. Moldeo en lecho. Id. en caja: bebedero, rebosaderos, Machos o noyos: sus soportes. Moldeo en arena verde y en arena de estufa. Colada. Desmoldeo y operaciones complementarias. Fundición templada o acerada. Defectos de las piezas fundidas y su corrección. Elementos comerciales y usuales de la construcción, de hierro y acero fundidos.

### Lección 43.

Maneras de dar forma de-  
finitiva a los hierros y a-  
ceros obtenidos en estado  
líquido.

---

Proceso de fabricación de los hierros laminados. Laminadores: sus clases. Formas comerciales: barras redondas y cuadradas, pasamanos, etc. Perfiles angulares, en T, doble T, en U, L, etc. Carriles y hierros Zorés para carreteras. Chapas lisas, estriadas, desplegadas, curvadas, embutidas, etc. Roblonos, pernos, clavos, puntas. Trefilería. Temple y recocido de los productos de acero.

fectos que suelen presentar los hierros y aceros del comercio. Aceros ordinarios preservados de oxidación.

#### Lección 44.

Ensayos físico-químicos de los materiales ferrosos.

---

Esfuerzos que pueden producir la rotura del material ferroso: deformación elástica y permanente. Límites de elasticidad, de proporcionalidad: deslizamiento molecular. Ensayos físicos: inspección ocular de la superficie de fractura. Sonoridad por percusión. Densidad. Ensayos mecánicos. Formas y dimensiones de las probetas. Marcha de las operaciones: medición de las deformaciones. Coeficiente. Ensayos tecnológicos: pruebas al doblado, forjado, a la dureza y otras especialidades.

#### Lección 45.

Ensayos metalográficos de los materiales ferrosos.

---

El hierro simple en las variedades a, b, c, de la curva de enfriamiento de la masa en fusión. Hierros compuestos o ligas de hierro y carbono, sorprendidas en diferentes temperaturas descendentes. Diagrama explicativo: mezclas eutécticas. Ensayo metalográfico de un material ferroso. Preparación de la muestra. Reactivos reveladores. Examen al microscopio: reconocimiento de la ferita, cementita, perlita, austenita, etc.

#### Lección 46.

El Zinc. El plomo. El estaño.

---

Menas del zinc. Beneficio del metal por vía ígnea y por electrolisis: torrefacción preliminar; Color, estructura, densidad, dilatación, resistencia, oxidación, fusión e inflamación. Propiedades técnicas. Hierro galvanizado: su fabricación. Blanco de zinc. El plomo: propiedades. Formas comerciales. Minio. El estaño: sus menas. Beneficio del metal. Propiedades y aplicaciones. Hojadelata.

#### Lección 47.

El cobre, El bronce. El latón.

---

Menas del cobre. Metalurgia: tratamiento por vía seca y por vía húmeda. Propiedades: color, densidad, oxidación, resistencia, etc. Ligas de cobre. El bronce: su obtención. Bronces fosforosos, manganesos, aluminosos, silíceos, etc. Marcas Argentam, Tecuta, Silveroid, etc. Ensayos mecánicos y químicos del bronce. El latón. Su obtención y propiedades.

#### Lección 48.

El aluminio. El níquel. El cromo. El cobalto.

---

El aluminio. Metalurgia: la bauxita y la criolita. Propiedades físico-químicas y técnicas del aluminio. Ligas de aluminio. Marcas Aluman, Seevaser, etc. El níquel y sus minerales. Beneficio del metal. Propiedades y usos. Ligas del níquel. Marcas Wiesilber, Everbrite, etc. Mineral del cromo: idea de su metalurgia. Propiedades y usos. Ligas

## PARTE TERCERA

### MATERIALES ORGANICOS

#### Lección 49.

La madera. Crecimiento del tronco del árbol. Talla. Ensayos.

---

Ventajas e inconvenientes del empleo de la madera. Examen de las secciones del árbol. El líber, la albura y el duramen. Alimentación del árbol y crecimiento del tronco; círculos anuales y tejido leñoso. La sávia y el cambium: época de su mayor actividad. Apeo: valor relativo del tiempo para efectuarlo. Desechación y hendiduras. Almacenaje: absorción de la humedad, hinchamientos y abejas. Ensayos a la flexión, al aplastamiento, tracción, esfuerzo cortante, al rozamiento y al choque.

#### Lección 50.

Labra de las maderas. Formas comerciales. Marcos.

---

Labra de la madera rolliza: azuela. Id de la de hilo y de sierra. Labra a mano: herramientas. Labra a máquina. Métodos convenientes del aserramiento del tronco y piezas resultantes: trozas, medias trozas y cuarterones de cantos rectos o en esbiaje. Marcas españolas y extranjeras de las maderas importadas. Maderas enterizas, tablonés, hojas y chapas: dimensiones. Postes de conducciones aéreas y de cercados. Pulimentación y barnizado de las maderas.

#### Lección 51.

Selección y conservación de las maderas.

---

Defectos de las maderas: carcomas, fibras torcidas, nudos, verrugas, etc. Enfermedades que se presentan en el árbol o en el apeo: pudrición azul, roja o húmeda y blanca. Preservación por sales metálicas; creosota, cloruro de zinc, sublimado corrosivo, etc. Métodos de inmersión, inyección y enrarecimiento. Enfermedades que se presentan en las construcciones: hongos y gusanos que producen el enmohecimiento. Medios preventivos: marcas; Antorgan, Carbolineum, Bleiweis, etc. Carbonización superficial. Reducción de la combustibilidad; barnices, impregnaciones y revestimientos.

#### Lección 52.

Maderas más importantes usadas en construcción.

---

Maderas resinosas: pino rojo o de Balsain (melis), amarillo (Flandes) y blanco o piñonero. Pino Oregon, Abeto, Cedro y Ciprés. Maderas no resinosas y duras: Roble, Encina, Olmo, Haya, Fresno, Nogal etc. Maderas finas: Peral, Ciruelo, Manzano, etc. Maderas blandas: Alamo blanco, Castaño, Sater etc. Maderas exóticas: Caoba, Ebano, Palosanto, Majagua, Teca, etc. Propiedades y aplicaciones de estas maderas.

#### Lección 53.

Elementos del comercio de origen vegetal para di-

Elementos para revestimientos. Chapas y

tinias. Panforti o chapas externas separadas por una a  
de listones con o sin cámaras de aire: marcas Virus-W  
Plymax, etc. Hojas delgadas de madera sobre carton o  
pel; marcas Lincrusta, etc. Elementos de pavimentación  
Tabletas especiales de madera: marcas Parket, Spanghe  
Sala, etc. Id de corcho: marcas Suberit, Armstrong-Co  
etc. Id de goma: marcas Pirelli. Id en tela: marcas Fi  
leum-Nacional, Rosich, etc. Elementos de cubrición: car  
nes bituminados y telas marcas Ruberoid, Coritect, Ca  
drita, Hessiphalt, etc. Elementos aislantes de las te  
raturas y del sonido: en fieltros, en fibras de amian  
y en corcho, marcas Insulita, Ondulex, Asonit y muchas  
otras. Fabricación, propiedades y usos de todos estos  
teriales.





ESCUELA SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA  
DE BARCELONA



CURSO DE  
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA

plc 33

ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
DE BARCELONA - Curso de  
~~TECNOLOGÍA~~

PROGRAMA

PORTICO

LECCIÓN 1

*División general de los materiales de la construcción. Su carácter arquitectónico. Origen común de los materiales. — Materiales naturales y artificiales; inorgánicos y orgánicos. Resumen de su conocimiento y fases de su trabajo y empleo en la historia de la humanidad. Influencia de los mismos en la determinación de los sucesivos estilos arquitectónicos. La tierra origen de los materiales constructivos. Teoría de su formación. Elementos que constituyen la litosfera; de escorificación, de precipitación, de emanación y combustibles minerales.*

## PRIMERA PARTE

## MATERIALES PETREOS

I. PIEDRAS NATURALES  
GENERALIDADES DE LAS ROCAS

## LECCIÓN 2

*Clasificación de las rocas por el origen de los yacimientos.* — Formas que presentan los yacimientos rocáceos. Rocas eruptivas antiguas y modernas. Diferenciación evolutiva del magma fundamental. Rocas sedimentarias; períodos de su generación. Formaciones diferentes de los sedimentos. Accidentes de sedimentación. Rocas metamórficas; orígenes y transformación. Grupos y edades en que se dividen las formaciones rocáceas.

## LECCIÓN 3

*Elementos minerales constitutivos de las rocas.* — Cuerpos químicos simples que in-

ESTUDIO MONOGRAFICO  
DE LAS ROCAS

## ROCAS ERUPTIVAS

## LECCIÓN 5

*Rocas eruptivas antiguas (Granito).* — Composición y origen del granito. Epocas diferentes de su formación. Formas geológicas que afecta el granito. Yacimientos principales nacionales y extranjeros. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Variedades. Ventajas en construcción. Descomposición del granito. Usos y ejemplos de su empleo.

## LECCIÓN 6

*Grupo de rocas afines al granito (Graníticas).* — Sienita, Diorita, Diabasa, Serpentina y Gabros. Composición y origen de estas rocas. Diversas épocas de su formación. Formas geológicas de sus yacimientos y comarcas donde se hallan los más importantes nacionales y extranjeros. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Variedades.

tegran los minerales. Formas y dimensiones de los minerales. Minerales pétreos más importantes. Familias de los cuarzos, feldspatos, micas, piroxenos, anfíboles, olivinos, granates, cloritas, carbonatos y sulfatos. Su composición, sistema cristalino, color y otras propiedades. Minerales metálicos. Combustibles minerales. Importancia relativa de los minerales en las rocas.

## LECCIÓN 4

*Divisiones y nomenclaturas de las rocas por sus propiedades físico-químicas.* — Clasificación y nomenclatura de las rocas atendiendo a su composición química y mineralógica; a su estructura cristalina o amorfa y derivadas; a sus soluciones de continuidad; a sus propiedades de consistencia, dureza, alterabilidad, color, condiciones geológicas del yacimiento y según el empleo constructivo. Consideraciones generales relativas a esos diferentes aspectos. Clasificación de las rocas adoptada en nuestro programa.

Propiedades constructivas. Ejemplos de su empleo.

## LECCIÓN 7

*Rocas eruptivas medias (Porfídicas).* — Pórfidos cuarcíferos o felsitas, graníticos, sieníticos, arcillosos. Porfiritas. Meláfiro. Composición, origen, épocas, formas geológicas y yacimientos importantes de estas rocas. Caracteres físico-químicos y micrográficos. Propiedades constructivas. Usos y ejemplos de su empleo.

## LECCIÓN 8

*Rocas eruptivas modernas o superficiales (Volcánicas).* — Grupo de las rocas eruptivas ásperas al tacto: Traquitas, Liparitas, Andesitas y Fonolitas. Grupo de aspecto y tacto vítreo: Retinita, Perlita, Obsidiana y Pomita. Composición y origen de las rocas de ambos grupos. Epocas de su formación y yacimientos. Caracteres físico-químicos. Propiedades constructivas y ejemplos.

## ROCAS METAMORFICAS

## LECCIÓN 9

*Rocas metamórficas de diferentes orígenes.* — Rocas metamórficas de origen eruptivo antiguo o esquistocristalinas: Gneis, Micacita, Talcita, Clorita y Anfibolita. Grupo de las de origen eruptivo moderno o esquistovolcánicas: Trapps, Dolerita, Basalto, Lavas y Tobas volcánicas. Grupo de las de origen sedimentario o esquistocristalinas: Pizarras. Composición y origen de todas estas rocas. Formas y épocas geológicas. Yacimientos. Caracteres. Propiedades constructivas.

## ROCAS SILICEAS

## LECCIÓN 10

*Rocas silíceas de diferentes orígenes.* — Cuarzita, Itacolunita, Lidita, Sílex, Jaspe, Pedernal. Su constitución, caracteres y usos. Ejemplos de su empleo.

10

los mármoles. Usos frecuentes y labras especiales.

## LECCIÓN 13

*Rocas afines a las calizas.* — Dolomías, Margas, Piedra del Yeso y Alabastro yesoso. Variedades. Composición y origen. Épocas. Formas geológicas y yacimientos. Propiedades y aplicaciones de estas rocas. Ejemplos de su empleo.

## LECCIÓN 14

*Rocas clásticas cementadas. Idem disgregadas y agregadas.* — Rocas cementadas: areniscas. Conglomeradas: brechas y puddingas. Disgregadas o sueltas: cantos erráticos, cantos rodados; Guijarros y arenas. Agregadas: arcillas, légamos y fangos. Composición y origen de todas estas rocas. Principales yacimientos nacionales y extranjeros. Propiedades y usos.

## ENSAYO DE LAS ROCAS

## LECCIÓN 15

*Procedimientos para el estudio de las ro-*

## ROCAS SEDIMENTARIAS

## LECCIÓN 11

*Rocas calizas ordinarias. (No pulimentables).* — Composición de las rocas calizas. Calizas arcaicas y primarias: grauvacas, de montaña y carboníferas. Calizas secundarias: del triásico, jurásico y cretáceo, en sus pisos diferentes. Calizas terciarias: Numulíticas, finas, groseras, travertino y otras calizas. Calizas fibrosas: alabastro, ónix. Probable metamorfismo de algunas de estas calizas. Propiedades constructivas. Yacimientos nacionales y extranjeros. Ejemplos de su empleo.

## LECCIÓN 12

*Rocas calizas metamórficas. (Pulimentables o mármoles).* — Caracteres de los mármoles. Denominación que toman atendiendo a su estructura, origen, edad, agrupación de sus elementos y por los dibujos y colores que adoptan. Principales canteras españolas y extranjeras. Mármoles antiguos monumentales. Causas de la destrucción de

11

cas. — Reconocimiento de la muestra de una roca a simple vista. Estudios ópticos: en luz polarizada rectilínea y en convergente. Separación de sus elementos. Ensayos de fusibilidad. Ensayos químicos y microquímicos.

## LECCIÓN 16

*Ensayo de las piedras en el Laboratorio. Ensayos físicos.* — Estudio de la constitución de los materiales; empleo del ácido clorhídrico y del chorro de arena. Estudio de la penetración del agua, de los gases y del calor en las piedras; Higroscopicidad. Porosidad. Permeabilidad. Naturaleza de los gases contenidos en el suelo y en las piedras. Porosidad de los terrenos. Absorción de los rayos caloríficos solares. Coeficientes de dilatación. Resistencia de las piedras a las intemperies. Procedimientos Brard, Seipp y de la congelación. Endurecimiento artificial de las piedras calcáreas. Adherencia de las piedras al cemento.

## LECCIÓN 17

*Ensayos mecánicos.* — Nociones genera-

les. Compresión; forma de las rupturas y condiciones generales de los ensayos. Triple compresión. Plasticidad de las piedras. Deformaciones permanentes de los cuerpos plásticos. Módulo de elasticidad. Ensayos de tracción. Id. de cortadura y torsión. Id. de flexión. Determinación de la resistencia a la tracción. Resistencia al frotamiento. Ensayos al choque y al punzonamiento.

**TRANSFORMACION DE LAS ROCAS EN PIEDRAS CONSTRUCTIVAS**

**LECCIÓN 18**

*Explotación de canteras. Trabajos de investigación y de extracción.* — Elección de una cantera: explotación. Substancias explosivas: pólvora, nitroglicerina y dinamita. Medios para producir la explosión: Mechas, cebos y fulminantes. Sistema de explotación de una cantera; cuñas, pistoletas múltiples, regatas, sierra de arena, barrenos y perforadoras. Grandes voladuras; por explosiones múltiples, por hornillos, pozos y galerías. Hornillos por ataque químico. Explotación por socavación y derrumba-

*ficación y propiedades del mortero.* — Cales grasas: blancas y grises. Cochura de la piedra de cal grasa. Hornos: temperatura apropiada. Apagado y conservación. Mortero de cal grasa: su fabricación. Función que desempeña la arena. Proporciones de la mezcla. Rebatido. Usos. Lechada de cal.

**LECCIÓN 21**

*Cales hidráulicas. Fabricación de esta cal. Dosificaciones y propiedades de los morteros.* — Productos resultantes de la calcinación a varias temperaturas, de piedras calizas de composición diferente. Cales hidráulicas: su clasificación. Índice y módulo de hidráulicidad. Cochura. Hornos. Apagado. Cernido. Grappiers de cal. Conservación de la cal hidráulica. Cemento romano. Cemento dolomítico. Cales hidráulicas artificiales y cementos mezclados. Morteros de cal hidráulica: su fabricación. Explotación del fraguado y endurecimiento. Rebatido. Usos de estos morteros.

**LECCIÓN 22**

*Morteros de cemento. Cemento Port-*

miento. Explotaciones subterráneas.

**LECCIÓN 19**

*Labra de las piedras. Su pulimento.* — Labra a mano de las piedras duras. Herramientas. Id. de las piedras blandas, esmerilado y pulimento a mano. Labra mecánica. Pulidoras mecánicas. Machacadoras. Principales aplicaciones arquitectónicas e ingenieriles de las piedras naturales. Obtención de un sillar de mampuestos; gravas y arenas. Defectos de las piedras; mástics. Conservación de las piedras heladizas.

**II. PIEDRAS ARTIFICIALES**

**PIEDRAS ARTIFICIALES ENDURECIDAS POR FRAGUADO DE MATERIALES AGLOMERANTES**

**MORTEROS CALIZOS**

**LECCIÓN 20**

*Cal grasa. Fabricación de esta cal. Dosi-*

*land; su fabricación.* — Definición del cemento Portland. Materias más empleadas en su fabricación: cal, arcillas y puzzolanas. Maneras de hacer las mezclas por vías seca y húmeda. Trituración. Secado. Dosificación y mezcla. Cochura: hornos verticales y rotatorios. Gráficos de temperaturas y comparación de ambos tipos. Molturación; importancia de la misma. Cernido. Envase y conservación.

**LECCIÓN 23**

*Dosificación de los morteros Portland.* — Arenas a elegir. Mortero compacto: cantidad de cemento y agua por metro cúbico de arena. Dosificaciones en las obras usuales: equivalencias en peso y volumen. Rendimientos. Mortero de tres elementos o bastardo. Importancia de la composición granulométrica de la arena. Estudios de Feret; compacidad de un mortero; triángulos de Feret.

**LECCIÓN 24**

*Morteros de cementos varios.* — Morter-

ros de cemento lento natural. Id. de cemento rápido o romano. Id. de cementos mixtos. Id. de cemento blanco. Id. de cemento aluminoso o fundido y supercemento. Morteros puzzolánicos. Usos de todos estos morteros. Causas internas y externas de destrucción de los morteros.

## LECCIÓN 25

*Ensayos de los aglomerantes y morteros hidráulicos.* — Pureza. Densidades absoluta y aparente. Finura del molido del mismo. Pasta normal: sonda de Tetmajer. Duración del fraguado: aguja de Vicat. Confección de las probetas a ensayar. Pruebas de resistencia a la tracción, flexión y compresión; balanza de Michaelis y prensa de Amsler-Laffón. Porosidad. Permeabilidad. Adherencia. Invariabilidad de volumen; métodos diversos. Pruebas de secado a 100 grados. Prueba de ebullición de Tetmajer.

## LECCIÓN 26

*Análisis químico de las materias primas y de los productos fabricados.* — Ma-

terias primas. Toma de las muestras. Métodos de análisis de las materias primas y de los productos intermedios. Dosificación del agua. Id. del ácido carbónico con ayuda del calcímetro. Calcímetro de Scheibler. Análisis de la arcilla. Dosificación de la magnesia. Análisis químico. Observaciones preliminares. Análisis cuantitativo de un silicato: dosificación de los principales elementos. Determinación de la pérdida al fuego. Dosificación del carbonato de cal y de la cal viva. Cemento romano. Cemento Portland: cálculo del módulo hidráulico. Control de la fabricación. Cemento de escorias. Análisis rápido de las escorias de alto horno.

## LECCIÓN 27

*Análisis microscópico. Química teórica y práctica del cemento.* — Deficiencias en el análisis químico. Microestructuras de los clinkers. Ventajas de los análisis microscópicos. Diagramas triangulares. Representación de la composición. Diversas clases de cementos. Puntos de fusión. Influencia de las sustancias contenidas en el cemento

Portland, en éste: cal, sílice, alúmina, óxido férrico, magnesia, álcalis, azufre, agua, ácido carbónico y otros elementos. Teorías sobre la constitución y el fraguado del cemento Portland; química coloidal y térmica.

## LECCIÓN 28

*Normas que deben satisfacer los ensayos de los aglomerantes tipo Portland.* — Cantidades límites admisibles de los elementos constitutivos del Portland. Finura del molido. Densidad aparente. Límites del peso específico. Normas para el fraguado. Resistencias mecánicas que deben alcanzar las pastas y morteros de Portland sumergidos en agua dulce y en agua salada en diferentes tiempos. Coeficiente de adherencia a diferentes materiales.

## HORMIGONES

## LECCIÓN 29

*Dosificación y fabricación del hormigón.* — Materiales de relleno que se emplean en

los hormigones; naturales o artificiales; pesados o ligeros. Naturaleza, forma y tamaño de las piedras del hormigón ordinario. Proporción entre las piedras y las arenas que determinan una mayor resistencia. Cantidad de agua precisa para la consistencia seca, normal y fluida, referida al peso total. Hormigón compacto; su dosificación. Hormigones grasos y áridos: dosificaciones en peso y en volumen y rendimientos. Teorías modernas sobre dosificaciones. Estudios de Abrams. Diagrama triangular. Módulo de finura. Materiales hidrófugos: Bianco, Watproof, etc. Fabricación del hormigón a mano. Id. a máquina; hormigoneras.

## LECCIÓN 30

*Colocación de hormigón en obra. Ensayos del hormigón.* — Puesta en obra del hormigón en sus diferentes consistencias. Hormigones colados: adaptabilidad de moldeo. Hormigones apisonados. Id. debajo de agua. Id. vibrados, rematados y proyectados. Id. de cal y cemento y de trass-cemento. Id. ligeros. Comportamiento

de los hormigones en el tiempo del fraguado y en el período de endurecimiento, resistencia a las temperaturas extremas, a las aguas corrientes, a la permeabilidad, a los incendios, a la corrosión por ácidos, por sales, lejías y aceites, y a la transmisión del sonido. Ensayo mecánico del hormigón; cifras de elasticidad, adherencia, dilatación. Densidades y resistencias a la compresión en diferentes composiciones.

## LECCIÓN 31

*Elementos de hormigón pesado usuales en el comercio.* — Bloques y sillares de hormigón, macizos o huecos. Formas en I, U, T, E, etc., con juntas planas o con resaltes. Columnas, peldaños, fregaderas, con o sin pulimento. Comparación con los elementos de piedra natural. Ladrillos de hormigón. Tubos ordinarios, armados y centrifugados. Depósitos. Planchas para forrados de paredes. Losas para techos. Planchas de mármol artificial: marca Lap, etc. Peldaños resistentes al roce no resbaladizos.

Eubolith, Durament, etc. Cemento con asbesto. Polvos de cuarzo, carburo de silicio, piedra pómez, etc. Elementos para pavimentación. Losetas de mosaicos hidráulicos; su fabricación. Id. de piedras machacadas o mosaico de granito. Id. de cemento y goma; marcas Pirelli, etc. Id. de cemento y serrín; marcas Fonitram, etc. Xilolita en losetas.

## YESO

## LECCIÓN 34

*Obtención del yeso lento y del yeso rápido. Elementos del yeso.* — Yeso de fraguado rápido. Temperatura de cochura. Molido y cernido. Cantidad de agua para el batido. Duración del fraguado. Entumecimiento. Resistencias a la tracción y a la compresión. Usos del yeso de fraguado rápido; vaciados, enlucidos de paredes y techos. Elementos en yeso rápido. Placas ligeras con armazón de cañas, fibra de coco, arpilletas, tela metálica, etc. Yeso de fraguado lento (Estrichgips). Su temperatura de cochura. Aplicaciones del yeso lento.

## LECCIÓN 32

*Elementos ligeros de hormigón usuales en el comercio. Protección del hormigón.* — Bloques huecos de hormigón. Placas para paredes huecas; formas de diedro, etc. Id. para tabiques. Id. para recubrimiento y tejados; marcas Eternit, Uralita, Rocalla, etc. Ladrillos huecos de hormigón. Id. de serrín y cemento. Id. de gravilla, pómez o escorias. Materiales para proteger los morteros y hormigones. Silicatos. Fluatos, etc. Compuestos amoniacales de ligas metálicas. Substancias coloidales y parafinas de varias marcas.

## LECCIÓN 33

*Materiales de elementos fraguados de pavimentación; pesados y ligeros.* — Materiales para pavimentos monolíticos. Mortero Portland dosificado para chapas. Portland con fragmentos de piedras duras; marcas Terrazzo, etc. Portland con materiales metálicos; marcas Metalicón, Duromit, etc. Cemento con serrín; marcas Xilolita, etc. Cemento con harina de corcho; marcas

## REVOCOS DE CAL, CEMENTO Y YESO

## LECCIÓN 35

*Morteros para revocos, enlucidos y estucos.* — Dosificación de los morteros de cal grasa para revocos; enlucidos con la misma cal. Mortero hidráulico para revocos. Revocos artísticos; granulación con gravillas o restos cerámicos, peinados, garrapiñados, tirados finos o gruesos, esgrafiados, ondulados, etc. Materiales de sostenimientos de los revocos: fibras de amianto, telas metálicas, redes especiales, láminas estiradas, etcétera. Estucos: de escayola, de yeso alúmbrico, de cal grasa y polvos de mármol, mate o brillante. Estuco mate duro e impermeable; marcas Moncadi, Duritona-co, etc.

PIEDRAS ARTIFICIALES  
ENDURECIDAS POR COCHURA DE  
PASTAS ARCILLOSAS

## LECCIÓN 36

*Industrias cerámicas, su división. Propie-*

*dades de las arcillas.* — Productos cerámicos. Materia prima; composición química de la arcilla. Influencia de los elementos de las arcillas sobre los productos de cocción: carbonato cálcico, compuesto de hierro, pirita, sales alcalinas, cuerpos áridos. Clasificación de los productos cerámicos. Pasta porosa y pasta compacta. Análisis químico y físico de las arcillas. Plasticidad. Contracción al secado y al fuego. Preparación y tratamiento para dar homogeneidad a las tierras.

## LECCIÓN 37

*Alfarerías. Ladrillos ordinarios. Fabricación y clases.* — Moldeo y desecación de ladrillos y objetos de barro cocido; moldes a mano; prensas de hilera, prensas timbradoras. Desecación de los ladrillos. Cochura de los mismos. Horno alemán. Horno de Cassel. Horno de Hoffmann. Ladrillos empleados en la construcción. Ladrillos especiales; ladrillos ligeros; de arcilla y aserrín de madera; de tierra de infusorios; de arcilla y escorias. Ladrillos vitrificados; baldosas bulkanol y adoquines granulita. Exámenes físico y químico de los ladrillos.

Cualidades que debe reunir según el modo de fabricación.

## LECCIÓN 38

*Elementos de alfarería de cubrición, conducción y revestimiento.* — Tejas: clases principales, fabricación y condiciones técnicas. Ensayos físicos y mecánicos a que deben someterse. Arcillas y ladrillos refractarios. Primeras materias. Clases de productos. Ensayos. Baldosas: su fabricación. Azulejos: Su fabricación. Azulejos decorativos. Terracotas ornamentales. Tubos de arcilla. Gres.

## LECCIÓN 39

*Cerámicas artísticas.* — Terracotas. Baldosines para mosaicos. Mosaicos encáusticos. Mayólicas. Procedimientos para su coloración. Sistemas de fabricación. Preparación de las pastas. Sistemas generales de moldeo. Hornos. Colorantes empleados. Reconocimiento de productos. Breve resumen histórico de la cerámica española. Cerámicas de la Edad Media. Cerámica verde, azul y de reflejos metálicos. Alicatados. Ce-

rámica de Talavera. Fábricas de Alcora. El Buen Retiro y Manises.

PIEDRAS ARTIFICIALES ENDURECIDAS POR SIMPLE ENFRIAMIENTO DE LA PASTA FUNDAMENTAL

## LECCIÓN 40

*Betunes y asfaltos. Obtención y aplicaciones.* — Betunes naturales, líquidos, maltosos, térreos, arenáceos y pétreos: yacimientos. Extracción del betún de las calizas bituminosas. Betunes artificiales o petrolíferos: su obtención e importancia. Características del betún: aspecto, olor, reblandecimiento, ductilidad y viscosidad. Aplicaciones. Asfalto comprimido. Asfalto fundido. Normas de recepción de los pavimentos de asfalto. Brea mineral o asfalto; alquitranes. Mástics de asfalto; marcas Gomit, Goudronit, etc.

## LECCIÓN 41

*Vidrio. Fabricación y aplicaciones.* — Vi-

drio: sus propiedades. Resumen histórico de su fabricación y empleo. Materias primas. Preparación de las mismas. Su cochura; hornos. Clasificación de los vidrios en general, según su composición y fabricación. Vidrios: colados, sopladados, comprimidos, estirados y armados. Otros vidrios. Vidrios Fourcault, Window-glass, vidrio Libbey Owens.

## LECCIÓN 42

*Diferentes materiales en vidrios.* — Ladrillos, primas y baldosines de construcción. Piezas mañizas. Primas Luxfer. Ladrillos huecos; bloques desvitrificados. Planchas de revestimiento: marcas Marbrite, Opalit, etc. Vidrios difusores. Marca Soleil, etcétera. Vidrios de óptica. Id. altamente silíceos. Otros vidrios especiales. Cualidades y defectos de los vidrios. Ensayos. Utilidad del vidrio en la resistencia de materiales y aplicaciones mecánicas del fenómeno de la doble refracción. Fotoelasticimetría.

## SEGUNDA PARTE

## MATERIALES METALICOS

## LECCIÓN 43

*Generalidades de los metales. Clasificación de los metales ferrosos.* — Metales más empleados en la construcción; condiciones que deben reunir. Resumen histórico de su empleo. Minerales de hierro; preparaciones a que se someten antes de beneficiar el metal. Ligas metálicas del hierro; con el carbono, grafito, carbono de carburos, del recocido y del temple. Ligas del hierro con el silicio, el fósforo, el azufre, el manganeso, el cobre, el níquel, el cromo, el tungsteno, el aluminio, etc.

## LECCIÓN 44

*Hierros no forjables. Fundiciones o hierro colado.* — Fundiciones de primera fusión. Altos hornos; su descripción y funcionamiento. Fundentes. Sangría; regueras y lingotes. División de las fundiciones; su composición y color; por el aspecto de su

ceso ácido o Bessemer y básico o Thomas. Aceros Martín Siemens en hornos; proceso ácido y básico. Aceros al crisol: cementación. Aceros especiales inoxidable; al níquel, cromo, aluminio, tungsteno, molibdeno, vanadio, etc. Marcas acero parkerizado, Anticorro, Firth-Staybrite, Firth-Stainless, Silisthal, etc. Aceros rápidos. Propiedades y aplicaciones de todos estos aceros.

## LECCIÓN 47

*Maneras de dar forma a los hierros y aceros obtenidos en estado líquido o fundido.* — Modelos de los productos de hierros y aceros fundidos. Confección de los moldes en varios materiales. Diferentes clases de moldes. Moldeo en lecho. Id. en caja; bebedero, rebosaderos. Machos o noyos: sus soportes. Moldeo en arena verde y en arena de estufa. Colada. Desmoldeo y operaciones complementarias. Fundición templada o acerada. Defectos de las piezas fundidas y su corrección. Elementos comerciales y usuales de la construcción de hierro y acero fundidos.

fractura; por el combustible empleado y por su destino. Productos secundarios del alto horno; aprovechamiento de las escorias ácidas y básicas. Fundiciones de segunda fusión en crisoles, cubilotes y hornos de reverbero.

## LECCIÓN 45

*Hierros y aceros forjables obtenidos directamente en estado pastoso.* — División de los hierros y aceros forjables según el método de obtención. Hierros y aceros soldados y batidos, obtenidos por afinación o por pudelación; marcha de las operaciones. Teoría del afino. Aceros soldados por cementación. Fundición maleable. Máquinas de cinglar. Cinglado de los hierros y aceros soldados, por prensas, laminadores y martinets.

## LECCIÓN 46

*Hierros y aceros forjables obtenidos indirectamente en estado líquido.* — Hierros dulces y aceros fundidos y homogéneos. Obtención del acero en los convertidores. Pro-

## LECCIÓN 48

*Manera de dar forma definitiva a los hierros y aceros obtenidos en estado sólido.* — Proceso de fabricación de los hierros laminados. Laminadores: sus clases. Formas comerciales; barras redondas y cuadradas, pasamanos, etc. Perfiles angulares, en T, doble T en U, Z, etc. Carriles y hierros Zorés para carreteras. Chapas lisas, estriadas, despegadas, curvadas, embutidas, etc. Roblones, pernos, clavos, puntas. Trefilería. Temple y recocido de los productos de acero. Defectos que suelen presentar los hierros y aceros del comercio. Aceros ordinarios preservados de oxidación.

## LECCIÓN 49

*Ensayos físico-químicos de los materiales ferrosos.* — Esfuerzos que pueden producir la rotura del material ferroso; deformación elástica y permanente. Límites de elasticidad, de proporcionalidad; deslizamiento molecular. Ensayos físicos. Inspección ocular de la superficie de fractura. Sonoridad por repercusión. Densidad. Ensayos mecá-

nicos. Formas y dimensiones de las probetas. Marcha de las operaciones; medición de las deformaciones. Coeficiente. Ensayos tecnológicos; pruebas al doblado, forjado, a la dureza y otras especialidades.

## LECCIÓN 50

*Ensayos metalográficos de los materiales ferrosos.* — Concepto de la Metalografía. Metalografía de los cuerpos simples. Muestras; preparación de los reactivos reveladores y examen. Segregaciones. El tratamiento térmico; su influencia sobre la estructura y propiedades de los metales. Curso de la curva de enfriamiento de una sustancia homogénea. El hierro simple en las variedades a, b, c de la curva de enfriamiento de la masa en fusión. Metalografía de los cuerpos compuestos. Diagramas de solidificación. Mezclas eutécticas. Ligas de hierro y carbón sorprendidas en distintas temperaturas descendentes. Reconocimiento al microscopio de la ferrita, cementita, perlita, austenita, etc.

## LECCIÓN 51

*El zinc. El plomo. El estaño.* — Menas de zinc. Beneficio del metal por vía ígnea y por electrólisis; torrefacción preliminar. Color, estructura, densidad, dilatación, resistencia, oxidación, fusión e inflamación. Propiedades técnicas. Hierro galvanizado; su fabricación. Blanco de zinc. El plomo; propiedades. Formas comerciales. Minio. El estaño: sus menas. Beneficio del metal. Propiedades y aplicaciones. Hojadelata.

## LECCIÓN 52

*El cobre. El bronce. El latón.* — Menas de cobre. Metalurgia; tratamiento por vía seca y por vía húmeda. Propiedades. Color, densidad, oxidación, resistencia, etc. Ligas de cobre. El bronce; su obtención. Bronces fosforosos, manganosos, aluminosos, silíceos, etc. Marcas Argentam, Tecuta, Silveroid, etc. Ensayos mecánicos y químicos del bronce. El latón. Su obtención y propiedades.

## LECCIÓN 53

*El aluminio. El níquel. El cromo. El cobalto.* — El aluminio. Metalurgia; la bauxita y la criolita. Propiedades físico-químicas y técnicas del aluminio. Ligas de aluminio. Marcas Aluman y otras. El níquel y sus minerales. Beneficio del metal. Propiedades y usos: Ligas del níquel. Marcas Wiesilber, Everbrite, etc. Mineral del cromo. Idea de su metalurgia. Propiedades y usos. Ligas del cromo. Marcas Apollo-Chrom, Cromo-aluminio, etc.

## TERCERA PARTE

## MATERIALES ORGANICOS

## LECCIÓN 54

*La madera. Crecimiento del tronco del árbol. Tala. Ensayos.* — Ventajas e inconvenientes del empleo de la madera. Examen de las secciones del árbol. El líber, la albura y el duramen. Alimentación del árbol y crecimiento del tronco; círculos anuales y tejido leñoso. La savia y el cambium; época de su mayor actividad. Apeo; valor relativo del tiempo para efectuarlo. Desecación y hendiduras. Almacenaje; absorción de la humedad, hinchamientos y alabeos. Ensayos a la flexión al aplastamiento, tracción, esfuerzo cortante, al rozamiento y al choque.

## LECCIÓN 55

*Labra de las maderas. Formas comerciales. Marcos.* — Labra de la madera ro-

liza: Azuela. Id. de las de hilo y sierra. Labra a mano: herramientas. Labra a máquina. Métodos convenientes del aserramiento del tronco y piezas resultantes; trozas, medias trozas y curtones de cantos rectos o de esbiaje. Marcas españolas y extranjeras de las maderas importadas. Maderas enterizas, tablones, hojas y chapas; dimensiones. Postes de conducciones aéreas y de cercados. Pulimentación y barnizado de las maderas.

## LECCIÓN 56

*Elección y conservación de las maderas.*

— Defectos de las maderas; carcomas, fibras torcidas, nudos, verrugas, etc. Enfermedades que se presentan en el árbol o en el apeo; pudrición azul, roja o húmeda y blanca. Preservación por sales metálicas; creosota, cloruro de zinc, sublimado corrosivo, etc. Métodos de inmersión, inyección y enrarecimiento. Enfermedades que se presentan en las construcciones; hongos y

pas y hojas de madera contraplacada; marcas valencianas y alicantinas. Panforti o chapas externas separadas por una alma de listones con o sin cámaras de aire. Hojas delgadas de madera sobre cartón o papel; marcas Lincrusta, etc. Elementos de pavimentación. Tabletas especiales de madera. Marca Parket, etc. Id. de corcho; marcas Suberit, Armstrong-Cork, etc. Id. de goma. Marcas Pirelli, etc. Id. en tela. Marcas Linóleum Nacional y otros. Elementos de cubrición. Cartones bituminados y telas marcas Ruberoid, Coritect, Calendrita, Hessiphalt, etc. Elementos aislantes de las temperaturas y del sonido; en fieltros, en fibras de amianto y en corcho. Marca Insulita y muchas otras. Fabricación, propiedades y usos de todos estos elementos. Cuerdas de cáñamo y esparto. Cables.

## PINTURAS

## LECCIÓN 59

*Pinturas, papeles pintados y otros mate-*

gusanos que producen el enmohecimiento. Medios preventivos. Carbonización superficial. Reducción de la combustibilidad; barnices, impregnaciones y revestimientos.

## LECCIÓN 57

*Maderas más importantes usadas en construcción.* — Maderas resinosas: pino rojo o de Balsain (melis), amarillo (Flandes) y blanco o piñonero. Pino Oregón, Abeto, Cedro y Ciprés. Maderas no resinosas y duras: Roble, Encina, Olmo, Haya, Fresno, Nogal, etc. Maderas finas: Peral, Ciruelo, Manzano, etc. Maderas blandas: Alamo blanco, Castaño, Satén, etc. Maderas exóticas: Caoba, Ebano, Palosanto, Majagua, Teca, etc. Propiedades y aplicaciones de estas maderas.

## LECCIÓN 58

*Elementos del comercio de origen vegetal para diferentes aplicaciones constructivas.* — Elementos para revestimientos. Cha-

*riales de revestir.* — La pintura como oficio: Breve resumen histórico. Materiales empleados. Bases, pigmentos y vehículos. Pintura al óleo. Id. a la cola. Id. a la cal. Lacas y barnices. Ensayos tecnológicos de las pinturas. Papeles pintados. Papeles raso. Id. aterciopelados. Id. lavables. Telas y tapices.

Barcelona, 1 de octubre de 1945  
El Catedrático: Juan Montero

### 3.4, FLRNSA.

FITXA DEL PROGRAMA DE FLORENSA I FERRER.

#### 1.- La Construcció Arquitectònica en el context de l'AR en l'Etapa de pertanyença del PROGRAMA.

<u>AUTOR</u>	<u>Pd'E</u>	<u>ASSIGN AR</u>	<u>CURS</u>	<u>PGR/APT</u>	<u>OBSERVACIONS</u>
FLRNSA		<u>Estereotomia</u>	<u>1er</u>	<u>No /Si</u>	<u>S'estudia FLRNSA</u>
		Materials	1er	Si /No	No " SLMRCH
	1914	CONSTR ARQ	26n	No /Si	S'estudia BASSAM
		Tecnologia	3er.	No /No	No " BORRLL
		.....	4art		.....

-A 1er. curs hi havia l'ESTEREDOTOMIA de Florensa que ara estudiem.

-També els materials, en mans de Soler i March, eren a 1er.

-La C. A. de Bassegoda i Amigó era a 26n. Fou succeït l'any 1928 pel seu nebot Bassegoda i Musté, amb l'interregne de Cendoya de 1924-28.

-La Tecnologia de Borrell i Cardona era a 3er.

-A 4art. no hi havia cap assignatura de l'AR.

## 2.- Presentació del PROGRAMA.

Malgrat que fou nomenat catedràtic l'any 1914, com veurem més endavant, el programa oficial que disposem del Florensa és el publicat l'any 1945, és un fulletó *in 16º* i forma part del conjunt de programes de l'Escola que fou editat a l'època.

Dels apunts en tenim tres versions. La més completa és la que el professor Solà-Morales ens permeté de fotocopiar i porta escrita una data al peu de la pàgina 3 de la tercera part; 24-IV-1935; consta de dos toms, un de text i un altre de figures. Una segona versió és *in folio*, oferta per Alfonso de Sierra; malauradament és incompleta, i consta de part del text i algunes làmines. Una tercera versió del text ens l'oferí l'arquitecte Canyelles; és també en format aproximat DIN A4, en paper transparent. Malgrat haver-hi molts subratllats en llapis vermell, el text és complet, millor redactat que la primera versió citada; sense cap dificultat de lectura, doncs és un original mecanografiat. No hi ha les il·lustracions.

No sembla que el programa inicial, que no coneixem sinó a través de l'índex dels apunts, hagi sofert cap modificació. Dit d'una altra manera, els apunts que disposem en tres versions gairebé idèntiques són d'èpoques diferents, però anteriors al programa que, amb les diferències respecte dels apunts que veurem, és editat tardanament, l'any 1945.

El matis que cal considerar entre apunts i programa és que en aquells, al fi8nal de la 1ª part dedicada a construccions de pedra, hi figura escrit en majúscules, FIN DE LA ESTEREOTOMIA, mentre que en el programa la paraula no hi surt enlloc. Entre apunts i programa es produí el canvi de Pla d'Estudis de 1933, en que l'Estereotomia desaparegué de la Construcció 1er., adhoc com una referència, com feia el Pla 1914. No obstant el matis apuntat, el contingut pot considerar-se constant en tota la carrera docent del Florensa (1914-1953)

## 3.- Abast cronològic.

El 24 d'octubre de 1914 es publicava en la Gaceta de Madrid el R.D. aprovant el nou Reglament de l'Escola Superior d'Arquitectura de Madrid que més tard adoptaria la de Barcelona.

Fou nomenat professor interí de Mecànica racional y primer curs de Construcció, Adolf Florensa i Ferrer. (Noti's que en el lloc I de la mateixa llista hi deia que era nomenat professor numerari de Geometria descriptiva Antoni Rovira i Rabassa.

Fins l'any 1953, no sense algunes vicissituds personals que figuren en les notes biogràfiques de l'annex corresponent, Florensa desempenyà la docència en l'assignatura en que fou nomenat, com hem vist, l'any 1914.

Luis Gelpi  
1917

ESCUELA SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA  
DE BARCELONA



PRIMER CURSO  
DE CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA

Pl. 33

ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
DE BARCELONA  
PRIMER CURSO DE CONSTRUCCIÓN

PROGRAMA

INTRODUCCION

GENERALIDADES. — Operaciones que comprende el estudio y ejecución de una construcción. — Preparación previa de los materiales, en cuanto a su forma y dimensiones y estudio de la disposición en que han de colocarse. — Materiales que serán objeto de nuestro estudio.

PRIMERA PARTE

I. — MATERIALES PETREOS  
PRINCIPALES

1. — PIEDRAS NATURALES. — Propiedades que las caracterizan desde el punto de vista constructivo. — Resistencia. — Durabilidad. — Resistencia al fuego y a las heladas. — Facilidad de labra. — Resistencia al roce. — Color, pulimento, etc.

Pl. 34

Piedras más usadas en construcción. — Granitos, gneiss. — Pórfidos. — Piedras calizas; mármoles. — Piedras areniscas. — Conglomerados.

Arenas y arcillas.

2. — LABRA DE LAS PIEDRAS NATURALES. — Operaciones preliminares. — Plano de montea, aparejo, hiladas, juntas de lecho y discontinuas.

Plantillas, cerchas, baiveles, etc.

Labra propiamente dicha. — Idea sucinta de las herramientas empleadas. — Método de escuadría. — Método directo. — Comparación.

Labra por medios mecánicos.

3. — MATERIALES AGLOMERANTES. — Clasificación de los aglomerantes. — Pastas y morteros. — Mortero de barro. — Yeso. — Cal ordinaria. — Obtención y propiedades. — Mortero de cal ordinaria. — Proporciones.

Materiales hidráulicos. — Clasificación. — Morteros de cal hidráulica.

4. — MATERIALES AGLOMERANTES (Conti-

nuación). — Obtención y propiedades de los cementos. — Morteros de cemento natural. — Id. de cemento Portland. — Cementos de escorias, y de altos hornos. — Morteros bastardos.

Hormigones. — Variación en la proporción de cemento y de agua.

5. — PIEDRAS ARTIFICIALES. — Clasificación.

Piedras artificiales obtenidas por cochura. — Ladrillos; idea de su fabricación a mano y mecánica. — Variedades.

Piedras artificiales obtenidas por fraguado. — Ladrillos de cal y arena, bloques de hormigón. — Variedades.

## II. — FUNDACIONES EN CASOS SENCILLOS

X 6. — FUNDACIONES SOBRE TERRENOS RESISTENTES. — Condiciones del terreno sobre el cual se funda.

Fundación directa sobre roca o terreno resistente. — Zanjas. — Acodalamientos. — Relleno de las zanjas. — Caso de terreno inclinado.

Fundaciones sobre roca o terreno resistente profundo. — Pilares y arcos. — Pilotes de madera, hierro u hormigón.

7. — FUNDACIONES SOBRE TERRENO POCO RESISTENTE. — Compresión artificial del terreno con pilotes de madera u hormigón o con piedras. — Apisonado del terreno.

Ensanchamiento de la base del cimientito. — Macizo de arena. — Cimientos de hormigón o mampostería con ensanchamiento. — Zampeados de madera o hierro. Arcos invertidos. — Plataforma general de hormigón, reforzada o no con pilotes.

## III. — MUROS.

8. — MUROS DE ESTRUCTURA MONOLÍTICA. Muros. — Generalidades y división según su forma y oficio mecánico.

Muros de tapial. — Ejecución de la fábrica. — Variedades de la misma. — Revoque de los muros.

Muros de hormigón en masa. — Ejecución de la fábrica. — Cualidades de la misma.

9. — MUROS DE PIEDRA NATURAL. — Muros de sillería. — Reglas generales a que debe obedecer esta fábrica. — Almohadillados. — Ejecución de la fábrica. — Grapas, dados, etc.

Muros de mampostería. — Variedades.

Muros de sillarejo.

X 10. — MUROS DE MATERIALES ARTIFICIALES Y MIXTOS. — Muros de bloques artificiales.

Muros de ladrillo. — Aparejos empleados según los espesores. — Diversos sistemas, comparación de los mismos. — Ejecución de la fábrica.

Muros de fábrica mixta. — Combinación de diversas fábricas. — Refuerzos verticales y verdugadas. — Observaciones sobre los asientos.

11. — MUROS OBLÍCUOS. — Muros en esviaje. — Trazado, aparejos y labra. — Muros en talud. — Disposiciones para evitar los ángulos agudos. — Muros en bajada o rampa. Labra de las piedras.

Construcción de los muros oblicuos en ladrillo.

✓ 12. — COMBINACIÓN DE MUROS. — Combinación de muros de sillería. — Esquinas de muros rectos. — Diversos aparejos empleados y labra de las piedras en cada uno. — Esquinas de muros en talud. — Esquinas en muros de bloques y de ladrillo.

Chaflanes. — Chaflán en muros rectos. — Chaflán entre muros en talud de igual o distinta pendiente. — Trazados, aparejos y labra de las piedras. — Chaflanes en muros de bloques y de ladrillo.

✗ 13. — COMBINACIÓN DE MUROS (Continuación). — Acuerdos de muros de sillería. — Acuerdo cilíndrico entre muros rectos. — Acuerdo de muros en talud entre sí o con muros rectos. — Trazado, aparejo y labra. Acuerdos en muros de bloques y de ladrillo.

#### IV. — ARCOS

✗ 14. — TRAZADO DE LOS ARCOS. — Arcos. Concepto mecánico de la función que desempeñan en una construcción. — Deducción de las condiciones fundamentales de su despiece. — Clasificación según su for-

ma geométrica. — Trazado de los arcos de diversas formas. — Arcos circulares, arcos en curva de segundo grado, ojivales, etc. — Arcos carpaneles. — Fórmula general que liga los valores de los radios. — Reglas prácticas para construir arcos carpaneles de tres, cinco, siete, etc., centros. — Arcos por tranquil.

✓ 15. — CONSTRUCCIÓN DE LOS ARCOS. — Construcción de los arcos de sillería o bloques artificiales. — Aparejo, despiece y labra de las piedras. — Dinteles. — Aparejos varios.

Construcción de los arcos de ladrillo: Diversos aparejos. — Observaciones sobre la influencia de éstos en la manera de repartirse los esfuerzos. — Dinteles. — Arcos y dinteles tabicados.

Combinación del aparejo de los arcos con el de los muros en que están abiertos.

#### V. — BOVEDAS SIMPLES

✗ 16. — BÓVEDAS. — Concepto mecánico de la bóveda. — Variedades en la manera de establecerse el equilibrio. — Deducción de

los principios fundamentales de aparejo. — Clasificación según la forma geométrica.

*Bóvedas simples.* — Bóvedas cilíndricas. Cañón seguido recto. — Sus variedades. — Nomenclatura de los diferentes elementos. Aparejos empleados siendo la bóveda de sillería, bloques o ladrillo. — Bóveda tabicada. — Combinación con el resto de la construcción. — Ejecución de la bóveda y cimbras.

✗ 17. — CAÑÓN SEGUIDO OBLICUO A LOS PARAMENTOS. — Bóveda en cañón seguido oblicuo. — Dificultades geométricas y mecánicas del problema. — Empuje en falso. Idea de los aparejos de paso en esviaje y cuerno de vaca. Aparejo por arcos rectos en resalto.

✗ 18. — CAÑÓN SEGUIDO OBLICUO. (Continuación). — Aparejo ortogonal paralelo. — Fundamentos geométricos. — Aparejo tétrico y simplificaciones prácticas. Aparejo ortogonal convergente.

19. — CAÑÓN SEGUIDO OBLICUO. (Continuación). — Aparejo helicoidal. — Funda-

mentos. — Trazado del aparejo y simplificaciones prácticas. — Ventajas de este sistema.

Aplicaciones del sistema helicoidal a la construcción en bloques artificiales o en ladrillo.

✗ 20. — CAÑÓN SEGUIDO INCLINADO Y BÓVEDA PLANA. — Bóvedas en bajada. — Diversos aparejos y medios propuestos para evitar el resbalamiento.

Bóveda plana simple de sillería. — Aparejo, despiece y labra de las piedras. — Medios auxiliares para contener el empuje. — Bóvedas planas en ladrillo. — Tabicados planos.

✗ 21. — BÓVEDAS CÓNICAS DE EJE HORIZONTAL Y CAPIALZADOS. — Bóvedas cónicas de eje horizontal. — Trazado, aparejo y labra de las piedras. — Construcción en ladrillo. Capialzados. — Capialzado de Marsella. Trazado, aparejo y labra. — Capialzado cónico. — Id. de superficie envolvente. — Capialzado de San Antonio.

22. — BÓVEDAS DE REVOLUCIÓN DE EJE

VERTICAL. — Cualidades mecánicas peculiares de estas bóvedas. — Principios y ventajas que de ellas derivan.

Bóveda o cúpula esférica. — Diversas soluciones de su aparejo. — Labra de las piedras. — Ejemplos. — Construcción en ladrillo. — Bóveda en rincón de horno.

23. — VARIEDADES DE LA BÓVEDA ESFÉRICA. Nicho esférico. — Diversos aparejos. — Bóveda vaída. — Construcción de la misma en sillería o ladrillo.

Medios auxiliares empleados para ayudar al equilibrio en las bóvedas esféricas.

24. — BÓVEDAS DE REVOLUCIÓN DE EJE VERTICAL. (Continuación). — Bóveda parabólica de revolución de eje vertical. — Trazados, aparejo y labra. — Bóveda cónica de eje vertical. — Bóveda anular.

Construcción en ladrillo de las bóvedas de revolución.

25. — BÓVEDAS ELÍPTICAS. — Bóveda elíptica de revolución de eje horizontal. — Despiezos diversos. — Labra de las piedras. — Comparación.

Idea de la resolución teórica de Monge para la bóveda en elipsoide de tres ejes desiguales.

26. — TROMPAS. — Definiciones y división. — Consideraciones mecánicas. — Ejemplos. — Trompa plana en el ángulo entrante de dos muros. — Trompa cónica en un ángulo entrante. — Trompa esférica, cilíndrica y anular.

Aplicación al paso de una planta cuadrada a octogonal o circular.

## VI. — BOVEDAS COMPUESTAS

27. BÓVEDAS POR ARISTA. — Caso de ser sobre planta rectangular. — Trazado. — Proyección de las aristas. — Aparejo y labra de las piedras.

Consideraciones sobre el equilibrio de estas bóvedas.

28. — BÓVEDAS POR ARISTA (Continuación).

Bóveda por arista de planta irregular. — Dificultades que presenta su trazado y diversas soluciones. — Bóvedas de doble arista.

Bóveda de arista sobre planta curva; combinación de superficie anular con conoide o cono.

29. — BÓVEDAS EN RINCÓN DE CLAUSTRO Y ACODILLADA. — Bóveda en rincón de claustro. — Comparación con la de arista. — Proyección de las aristas. — Bóveda en rincón de claustro para una planta poligonal cerrada cualquiera. — Bóveda esquifada.

Consideraciones mecánicas sobre las bóvedas en rincón de claustro.

Bóveda acodillada.

30. — BÓVEDAS ANTERIORES CONSTRUÍDAS EN LADRILLO. — Construcción en ladrillo de la bóveda por arista. — Diversos aparejos empleados. — Soluciones para la construcción de las aristas.

Bóveda en rincón de claustro en ladrillo. Idem. acodillada.

Bóvedas planas con aparejos derivados de la bóveda por arista, en rincón de claustro y cupular. — Construcción en sillería o ladrillo.

31. — BÓVEDA POR ARISTA CON ARISTONES

INDEPENDIENTES. — Concepto del sistema y características constructivas. — Desarrollo y evolución de estas bóvedas. — Diversos trazados para bóvedas de arista con empino.

Bóvedas ojivales simples. — Bóveda ojival sobre planta rectangular con dos arcos ojivos (sistema llamado francés). — Variedades. — Apoyos con arranques independientes. — Arranques combinados o enjarjes. — Trazado de los mismos. — Aplicación del sistema a otras formas regulares o irregulares de planta.

32. — BÓVEDAS OJIVALES. — PLEMENTERÍA. BÓVEDAS ANGLO-NORMANDAS. — Plementería o construcción de los entrepaños en las bóvedas anteriores. — Sistemas distintos. — Consecuencias que algunos de estos sistemas producen en la estructura de la bóveda. — Nuevos elementos que se introducen en el sistema de arcos.

Bóvedas anglo-normandas. — Trazados diversos y ejemplos.

33. BÓVEDAS OJIVALES. (Continuación). Bóvedas estrelladas. — Trazados. — Bóvedas reticulares.

*Bóvedas inglesas.* — Modificaciones sucesivas que sufre en Inglaterra el sistema anglo-normando, hasta prescindir del principio fundamental de la bóveda ojival. — Ejemplos notables. — Bóvedas en abanico. Bóvedas con claves colgantes.

34. — LUNETOS. — Su clasificación. — Reglas generales para su trazado y construcción.

Ejemplos. — Luneto cilíndrico y otros tipos frecuentes de luneto. — Cúpula esférica sobre planta cuadrada, con arcos torales y pechinas o boquillas. — Aplicación de la construcción en ladrillo a estos casos.

## VII. — ESCALERAS

35. — ESCALERAS DE TRAMOS RECTOS. — Escaleras. — Disposiciones y reglas generales. — Clasificación.

Escalinatas. — Diversas formas. — Trazado y labra de los peldaños.

Escalera de ida y vuelta de planta rectangular con los peldaños empotrados o apoyados sobre una construcción inferior. Labra de los peldaños.

Construcción en ladrillo.

36. — ESCALERAS DE PLANTA CURVA O MIXTA. — Escalera de planta circular, de ojo, colgada, con zanca o sin ella. — Escaleras de planta mixta. — Observaciones sobre la anchura de las huellas. — Compensación de las mismas. — Labra de los peldaños.

37. — ESCALERAS DE CARACOL. — Escaleras de caracol, de alma llena. Diversas soluciones de aparejo. — Labra de los escalones. — Escaleras de caracol de ojo.

Escalera de caracol sobre bóveda de San Gil.

## SEGUNDA PARTE

### MATERIALES LEÑOSOS

#### I. — GENERALIDADES

38. — MATERIALES LEÑOSOS. — Propiedades de la madera, desde el punto de vista constructivo. — Principios generales que se deducen de las mismas. — Comparación con las construcciones de materiales pétreos.

Idea sucinta de las principales herramientas del carpintero y de su empleo para dar forma a las piezas de madera.

Trabajo a mano y mecánico.

39. — OBTENCIÓN DE LAS PIEZAS DE MADERA. — Corte y apeo de los árboles. — Desbaste y labra de los troncos. — Diversos modos de dividir los troncos en tablas. — Comparación desde el punto de vista económico y de las cualidades de las piezas resultantes. — Formas y escuadrías más corrientes en las maderas propias para construcción.

#### II. — UNIONES DE PIEZAS DE MADERA

40. — ENSAMBLES DE ENCUENTRO. — Uniones de las piezas de madera. — Consideraciones generales. — Clasificación.

*Ensamblés de encuentro.* — Ensamblés rectos a caja y espiga y sus derivados. — Trazado y determinación de las dimensiones. — Ensamblés oblicuos a caja y espiga y derivados. — Trazados y determinación de las dimensiones.

*Ensamblés por arista.* — Diversas soluciones. — Ensamblés de piezas rollizas.

41. — ENSAMBLES DE ÁNGULO Y CRUZADOS. *Ensamblés de ángulo.* — Ensamble a media madera, a caja y espiga y derivados. — Ensamblés a inglete: diversas soluciones.

*Ensamblés cruzados.* — Ensamble a media madera o al tercio de la madera con sus derivados. — Ensamblés en cruz de San Andrés. — Ensamblés cruzados a inglete.

42. — EMPALMES PARA PIEZAS COMPRIMIDAS. Empalmes. — Su clasificación.

*Empalmes para piezas comprimidas.* —

Empalmes a caja y espiga y derivados. — Tenazas y cuartones. — Empalmes a quijeras. — Empalmes simplificados y provisionales.

Consideraciones sobre la resistencia de las piezas empalmadas.

43. — EMPALMES EN PIEZAS ESTIRADAS. — *Empalmes en piezas horizontales.* — Empalmes análogos a los del grupo anterior. Condiciones especiales y modificaciones que se introducen.

*Empalmes propios para piezas estiradas.* Uso de los resaltos y determinación de sus diversas dimensiones. — Pernos. — Empalmes con colas de milano. — Empalmes a rayo de Júpiter. — Diversos trazados y determinación de las dimensiones.

44. — ACOPLADURAS Y CEPÓS. — *Acopladuras laterales.* — Resistencia obtenida. — Procedimientos para lograr la unión.

*Acopladuras por superposición.* — Resistencia obtenida. — Unión por redientes. Unión por falsas espigas. — Cremallera: diversas soluciones. — Cálculo de los elementos de unión y de su distribución.

*Cepos.* — Su utilidad.

esencial entre los dos sistemas. — Sistemas mixtos. — Uniones empleadas en cada caso.

Vigas armadas de madera. — Diversos tipos. — Elementos auxiliares de hierro.

Procedimientos modernos para formar los vértices. — Uso de los cepos y de piezas especiales de hierro. — Ejemplos.

48. — ARMADURAS DE CUBIERTA EN CASOS SENCILLOS. — Elementos que constituyen en general una cubierta. — Cuchillos, correas, cabrios, enlistonado y forjado.

Cuchillos triangulares simples. — Pares, tirantes, pendolón. — Tornapuntas y tirantillas. — Puentes, sopares y jabalcones. — Uso de las piezas dobles. — Uniones empleadas en cada caso.

Cuchillo de tirante recogido.

49. — CUCHILLOS INTEGRADOS POR PIEZAS PEQUEÑAS. — Ejemplos antiguos. — Sistema de Filiberto Delorme. — Sistema Emy. Cualidades y defectos de estos sistemas.

Procedimientos modernos análogos. — Sistemas Hetzer, Stephan y otros. — Cubiertas reticuladas de Zöllinger.

### III. — ELEMENTOS DE CARPINTERIA DE ARMAR

— 45. — SUELOS DE VIGAS DE MADERA. — Dimensiones corrientes de las vigas. — Disposiciones empleadas. — Crujías. — Vigas y jácenas. — Embrochalados.

Apoyo de las vigas sobre muros. — Precauciones contra la humedad. — Apoyo de las vigas sobre jácenas. — Anclajes.

Forjados más corrientes en suelos de vigas de madera.

46. — ENTRAMADOS VERTICALES DE MADERA. Paredes de troncos o vigas y de tablas.

Entramados propiamente dichos. — Disposiciones usuales. — Nomenclatura de los principales elementos y dimensiones corrientes de los mismos. — Tipos de uniones empleados entre ellos.

Forjados más corrientes.

47. — REFUERZO DE VIGAS DE MADERA Y VIGAS ARMADAS. — Refuerzo superior por medio de pares y pendolón simple o múltiple. — Refuerzo inferior con tornapuntas o jabalcones y sopandas. — Diferencia

50. — CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS PLANOS. — Tableros enterizos. — Sus inconvenientes. — Tableros contrachapeados.

Tableros de tablas. — Unión de las mismas: Travesaños intermedios o extremos. Travesaños con junta a inglete.

Tableros con marco. — Detalles para permitir el juego de la madera. — Marcos con falsa moldura.

51. — APLICACIÓN A ALGUNAS PIEZAS DE CARPINTERÍA. — *Puertas.* — Clasificación por su disposición y su construcción. — Puertas de barrotes. — Id. de marco forrado. — Id. de paneles o recuadros. — Variedades. — Puertas vidrieras.

Colocación de las puertas. — Unión con los cercos.

*Ventanas corrientes.* — Precauciones para impedir el paso del agua o del aire.

*Arrimaderos, vallas, etc.*

## TERCERA PARTE

## MATERIALES METALICOS

## I. — GENERALIDADES Y UNIONES DE PIEZAS

52. — MATERIALES METÁLICOS MÁS USADOS EN CONSTRUCCIÓN. — Generalidades. — Materiales metálicos propiamente constructivos.

*Fundición.* — Propiedades mecánicas y clasificación. — Formas en que se usa generalmente y empleos más frecuentes en construcción.

*Hierro y acero.* — Clasificación y propiedades, especialmente mecánicas. — Formas generalmente empleadas. — Hierros comunes y especiales o perfilados. — Empleos más frecuentes.

Idea sucinta del trabajo de los materiales metálicos. — Principios fundamentales en las construcciones con ellos. — Comparación con los pétreos y leñosos.

53. — UNIONES DE PIEZAS METÁLICAS. — Generalidades. — Estudio previo de los ele-

mentos auxiliares.

*Roblones.* — Descripción de las diversas clases de roblones. — Idea del roblonado. Esfuerzos a que están sometidos los roblones.

*Pernos.* — Clasificación. — Pernos de ensamble. — Escalas diversas. — Esfuerzos que resisten. — Pernos de empotramiento y de articulación.

*Uniones de palastros.* — Casos diversos. Palastros en prolongación. — Cubrejuntas. Cálculo y disposición de los roblones o pernos.

Unión de palastros en ángulo recto u oblicuo. — Palastros paralelos. — Id. superpuestos. — Refuerzo de palastros.

*Uniones por soldadura.* — Soldadura al soplete y eléctrica.

54. — UNIONES DE HIERROS PERFILADOS. — Hierros, ángulo y T Acopladura, prolongación y ángulo en casos diversos.

Hierros U y doble T Prolongación y ángulo en casos diversos.

Acopladuras. — Hierros de otros perfiles. Cálculo de las uniones en los diversos casos.

55. — UNIONES DE HIERROS COMUNES Y PIEZAS DE FUNDICIÓN. — *Uniones de hierros comunes.* — Piezas en prolongación. — Empalmes en longitud fija. — Idem. variable. — Uniones en ángulo recto u oblicuo en diversos casos.

*Uniones de piezas de fundición.* — Principios, disposiciones y cálculo de los elementos.

## II. — ELEMENTOS DE ESTRUCTURA METALICA O MIXTA

56. — ESTUDIO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN METÁLICA. — Consideraciones generales. — Condiciones que debe reunir la sección transversal según los esfuerzos que ha de resistir la pieza.

Secciones simples. — Secciones compuestas de hierros ángulo. Secciones compuestas de hierro U. Secciones compuestas de hierros doble T. Secciones compuestas de alguno de los hierros citados y palastros. — Otras secciones.

Estudio comparativo y usos apropiados de las diversas secciones.

57. — VIGAS SIMPLES Y ARMADAS DE ALMA LLENA. — *Vigas simples.* — Generalidades. Vigas de fundición: Formas empleadas: inconvenientes que ofrecen. — Vigas laminadas. — Perfiles adoptados. — Vigas compuestas de dos o más viguetas laminadas.

*Vigas armadas.* — Generalidades, división. — Vigas armadas de alma llena. — Elementos que las constituyen ordinariamente: determinación de sus dimensiones. Proporciones más corrientes.

Disposiciones usuales del alma, escuadras y bandas. — Roblonadura. — Elementos accesorios; refuerzos. — Vigas de sección tubular. — Vigas de gran longitud: contraflechas.

Uniones de vigas armadas entre sí, o con hierros laminados.

58. — VIGAS ARMADAS DE CELOSÍA. — Generalidades. — Elementos de que constan. Proporciones corrientes y determinación de las dimensiones. — Esquemas de las formas más empleadas de vigas de celosía, rectas y curvas.

Disposiciones usuales de las cabezas y de

la celosía. — Uniones en los nodos. — Refuerzos, apoyos.

Uniones de las vigas de celosía entre sí, o con las de alma llena o simples.

59. — APOYOS AISLADOS METÁLICOS. — *Apoyos metálicos.* — Consideraciones generales. — Consecuencias respecto a la sección transversal y a la base y capitel.

*Apoyos de fundición.* — Formas más usadas para la sección transversal, base y capitel. — Determinación de sus dimensiones. Observaciones respecto a los gruesos.

*Apoyo de hierro laminado.* — Formas más usadas. — Determinación de sus dimensiones. — Formación de la base y capitel. — Comparación con las columnas de fundición.

Uniones de vigas y columnas en los distintos casos.

### III. — ESTRUCTURAS SENCILLAS METÁLICAS O MIXTAS

60. — SUELOS. — Suelos de vigas de hierro. — Disposiciones empleadas. — Uniones y embrochados. — Apoyos y anclajes. Forjados más corrientes. — Techos mix-

tos de hierro y madera, de hierro y fábrica y completamente metálicos.

61. — ENTRAMADOS VERTICALES. — Entramados verticales de hierro, en casos sencillos. — Composición de los mismos. — Perfiles empleados. — Uniones. — Arriostrado.

Forjados más corrientes en los entramados metálicos.

62. — ENTRAMADOS DE CUBIERTA EN CASOS SENCILLOS. — Composición de una cubierta de entramado metálico. — Cuchillos, correas, cabrios y material de cubierta.

Cuchillos. — Esquemas más empleados. Secciones más corrientes de las barras. — Uniones en los nodos. — Correas y cabrios. Arriostrados.

63. — EL HIERRO EN LAS ESTRUCTURAS MIXTAS. — Generalidades. — Ejemplos de estructuras en que el hierro interviene para soportar parte de los esfuerzos.

Cemento o ladrillo armado. — Armadura. — Disposiciones generales en piezas comprimidas, estiradas o sometidas a fle-

xión. — Armadura contra los esfuerzos de desgarramiento.

Preparación, manipulación y colocación de los hierros. — Uniones.

Barcelona, 1 de octubre de 1945

El Catedrático: Adolfo Florensa.

2.3.3.1..3. ÍNDEX TEMÀTIC COMÚ (I T C), PROGRAMA DE L'ETAPA 1, (UAE 3).

3.4.FLRNSA, PROGRAMA DE FLORENÇA I FERRER.

TEMA Nº	FLRNSA lliçó	TOTAL LLIÇONS	OBSERV.
A. TEMES PROPIS DE LA C.A.			
1.GRLTS	0	1	Solament és al PGR no als APT.
2.1.FABR	Vid MURS.	-	Sota l'epígraf MURS estudia les FABR.
2.2.UNIONS	NO	-	INEXISTENT. (Dissolt en cada tema.)
3.TERRS	NO	-	INEXISTENT.
4.1.FONAM	6-7	2	- - -
4.2.TRRNYS	SUBSIDIARI	-	SUBSIDIARI. (Preliminars de FONAM.)
5.1.MURS	8-13	6	Barreja MURS i FABR. (Hi surten els ENVAN.)
5.2.ID.SOSTN	NO	-	INEXISTENT. (Breu esment en MURS.)
6.SOSTR	(48) i 62	(2)	- - -
7.1.VOLT	17-37	21	- - -
7.2.ARCS.	14-16	3	- - -
7.3.PLAQUES	NO	-	INEXISTENT.
8.1.COBstr	51,52,62	3	- - -
8.2.COBrev	NO	-	INEXISTENT.
9.NTR.vrt	49,50,63	3	- - -
10.1.P.DRTS	DISSOLT.	-	DISSOLT. (Fusta, ferro.)

TEMA Nº	FLRNSA, lliçó	TOTAL LLIÇONS,	OBSERV.
10,2, 'STR PORT	NO	-	INEXISTENT, (insinuat en ENTR,VRT,)
11,REVST	NO	-	INEXISTENT,
12,PAVIM	NO	-	INEXISTENT,
13,SCALES	38-40	3	- - -
14,1,TNC,EXT	NO	-	INEXISTENT,
14,2,FAÇANS	NO	-	INEXISTENT,
14,3,FORANS	53-54	2	- - -
14,4,M,CORT,	NO	-	INEXISTENT,
15,1,ENVANS,	NO	-	INEXISTENT, Vid 5,1 MURS,
15,2,FUST INT	INCORPORAT	-	INCORPORAT a FORANS,
16,SRLL	NO	-	INEXISTENT,
17,FUMS	NO	-	INEXISTENT,
18,INSTAL,L	NO	-	INEXISTENT,
19,M/AUX (XINDRIS),	NO	-	INEXISTENT,
20,OFICIS	NO	-	INEXISTENT

B. TEMES COMPLEMENTARIS,

TC,1,CONSOLID	NO	-	INEXISTENT
TC,2,PATOLOG	NO	-	INEXISTENT
TC,3,ENDERROCS	NO	-	INEXISTENT
TC,4,ESTINTOLAMENTS	NO	-	INEXISTENT
TC,5,PR,EXEC+ORG,	NO	-	INEXISTENT

### 3.5. BASSMU 1.

FITXA DEL PROGRAMA DE BONAVENTURA BASSEGODA I MUSTÉ.

#### 1.- La Construcció Arquitectònica en el context de l'AR en l'Etapa de pertanyença del PROGRAMA.

<u>AUTOR</u>	<u>Pd'E</u>	<u>ASSIGN AR</u>	<u>CURS</u>	<u>PGR/APT</u>	<u>OBSERVACIONS</u>
		Estereotomia	1er	No /Si	S'estudia FLRNSA
		Materials	1er	Si /No	No " SLMRCH
BASSMU	1914	<u>CONSTR ARQ</u>	<u>2ón</u>	<u>No /Si</u>	<u>S'estudia BASSMU 1</u>
		Tecnologia	3er.	No	" BORRLL
		.....	4art		.....

-A 1er. curs hi havia l'ESTEREOTOMIA de Florensa (Estudiat a fitxa anterior)

-També els materials, en mans de Soler i March, eren a 1er.

-La C. A. de Bassegoda i Amigó era a 2ón. Fou succeït l'any 1928 pel seu nebot Bassegoda i Musté, amb l'interregne de Cendoya de 1924-28. (\*)

-La Tecnologia de Borrell i Cardona era a 3er.

-A 4art, no hi havia cap assignatura de l'AR.

---

(\*) En aquesta fitxa presentem el programa de Bassegoda i Musté. (BASSMU 1)

## 2.- Presentació del PROGRAMA.

El primer programa de Construcció Arquitectònica que el laborà BASSMU fou imprès oficialment amb l'encapçalament de la *ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA*, l'any MCMXXX, data que figura al peu de la portada.

Tanmateix, BASSMU havia estat nomenat catedràtic el 25 de febrer de 1928, ocupant des de llavors la càtedra que havia estat del seu oncle BASSAM, després de l'interregne de Cendoya (1914-28). El fascicle de petites làmines de figures que acompanyaven el programa d'oposicions d'aquell any, es correspon exactament amb el contingut del programa esmentat de 1933. Vol dir això que aquest programa ja havia estat elaborat l'any '28, és aquest el que analitzarem, doncs el seu contingut és homologable amb els seus antecedents i conseqüents.

D'aquest programa no en tenim el text, excepte un primer fascicle dedicat a *FABRIQUES*, que figura en el *dossier* del nostre personatge a la Càtedra Gaudí. Aquest fascicle fou editat en regla per la llibreria Bastinos de José Bosch, l'any 1928 ! Dessota de l'epígraf: *Apuntes de Construcción Arquitectónica* hi diu: *ajustados al programa explicado en el curso 1928 a 1929 por el catedrático de la asignatura Dr. Buenaventura Bassegoda.*

## 3.- Abast cronològic.

És probable que Bassmu desenvolupés el seu programa des de l'any 1930 al 1935 en que es dedicà monogràficament als *fonaments*. Atesa la gran extensió del fascicle de *FABRIQUES* que hem esmentat, també resulta probable que, en el període de temps abans dit, es dediqués monogràficament a aquest tema o uns quants més del programa que havia presentat a les oposicions, no desenvolupant-lo mai sencer.

ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA

**PROGRAMA**  
de  
**CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA**



*Handwritten notes and signatures*  
P. 1/1

Profesor  
Buenaventura Bassegoda  
Arquitecto

*Handwritten text*  
BACMU  
A

*Handwritten text*  
RQD 35

Barcelona  
1955



Proprietors  
Boasegooc

Charles A. D.





# Programa

— de —

## CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA

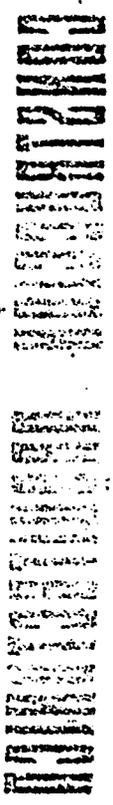
### I LECCION 1.

CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA.—Condiciones ineludibles de toda obra de arquitectura. — Definición en ellas basada. — Definición de Viollet le Duc.—Análisis de la misma.—Carácter científico de la construcción.—Estudio sistemático de las obras de las generaciones que nos precedieron.—Influencia de la tradición en las formas constructivas: permanencia de los principios estáticos que las informan y causas que motivan su variedad. Gestación de la obra de arte: proyecto, elección de materiales, cálculo y ejecución.

FABRÍCAS.—La lucha por el equilibrio.—Fuerzas ofensivas y defensivas, exteriores e interiores.—Influencias físicas y químicas que amenazan la vida de las fábricas.—Condiciones generales de estabilidad.

# II LECCION 2. FABRICA DE SILERIA

FÁBRICA DE SILERIA.—Reseña histórica de su empleo; el templo de la Esfinge; aparejos típicos de griegos y romanos; innovación aportada por los constructores medievales; almohadillados del Renacimiento.—Transporte de los sillares luego de labrados; recursos para la conducción de los grandes epistilos.—Elevación de los sillares: métodos usados por los griegos; empleo de la hondilla, de la castañuela y de las tenazas.—Cuerdas y cables; resistencia de los mismos.—Aparatos elevadores: cabrias descritas por Vitruvio; castilletes, grúas y montacargas; derricks o grúas de mástil.—Asiento de los sillares a baño flotante de mortero, a la sija y por lechadas.—Medios auxiliares de sujeción: resaltes y rebajos; llaves, espigas, dados, grapas y anclas; embotramiento de estos elementos en la fábrica.



# II LECCION 3.

FÁBRICA DE SILLAREJO.—Razones de su aplicación y reglas constructivas que la rigen.—Empleo de esta fábrica en la antigüedad.—Condiciones que deben reunir los mampuestos: respecto a resistencia, a las cargas y a los agentes atmosféricos; tamaño y forma.—Mamposterías concertada, careada, ordinaria y de carretones.—Enfriado.—Ejecución de muros de cal y canto.—Necesidad del empleo de cabezotes o perpiñones y de enrasas y vedugadas.—Rejuntado.—Mampostería en seco.—Mampostería de cantos rodados; aparejo de espina.

# II LECCION 4.

FÁBRICA DE HORMIGÓN.—Origen fenicio de la misma.—El hormigón como base del sistema concrecional romano; diferencias esenciales entre el hormigón romano y el fabricado hoy en día.—Aplicación de esta fábrica a las grandes obras hidráulicas.—Construcción de hormigón de nuestra época; mampostería hormigonada.—Conglomerados Coignet.

Fabricación del hormigón.—Materiales componentes.—Cementos: portland, de escorias, de altos hornos y especiales.—Cales hidráulicas y otros aglomerantes.—Morteros: condiciones de la arena y del agua.—Clasificación de las mezclas según el tenor de agua; hormigones húmedo, plástico y colado; ventajas de este último.—Aridos: gravas, gravas con arena, gravas de pómez y arenas volcánicas, escorias.

# II LECCION 5.

PREPARACIÓN Y MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN.—Mezclas a brazo y con máquinas.—Hormigoneras antiguas y modernas: tipos de columna (Krantz, Schlosser) y de tambor (Kunz, Gauhe-Göckel, Ransome, Smith, etc.).—Amasadoras de rodillos.—Proporciones de la mezcla.—Cálculo de la compacidad de un hormigón.—Rendimiento.—Hormigón ligero.—Hormigón impermeable.

ENCOFRADOS.—Su importancia.—Tablas para moldes.—Apeo de los mismos: puntales y vigas armadas.—Encofrados para losas o forjados, para vigas y forjados con nervios, para apoyos aislados, para paredes y muros.—Encofrados rápidos.

## II LECCION 6.

Ejecución de la fábrica de hormigón.—Organización del hormigón.—Hormigón transportado.—Hormigón zarandeado o sacudido.—Hormigón centrifugado.—El *gravity-system*: ventajas que reporta.—Apisonado del hormigón; pisonos usuales.—Prosecución de un hormigón interrumpido.—Torcretización (*gunite*).—Previdencias contra las heladas: caldeo artificial, adición de sales, chorro de vapor.—Precauciones contra el calor excesivo.—Desencofrado: reglas prácticas para dicha operación.—Ensayos de carga a pie de obra: flexómetro Giriot.—Tratamiento de los paramentos vistos: enlucidos, suatación, lavados, capas delanteras, labra, revestimientos y aplacados.

## II LECCION 7.

Fábrica de tapial.—Reseña de su empleo.—Muros de tapia con moldes o sin ellos.—Aptitud de las tierras, ensayos y preparación.—Hormas o tapias.—Construcción del muro.—Deseccación y revoque.—Precauciones en la base y en la cima.—Medios de aumentar la solidez de esta fábrica: tapia real y tapia averdugada.—Aplicaciones recientes de la fábrica de tapial.—Método de Levandowsky: sus ventajas.—Vigas Lewa.

## II LECCION 8.

Fábrica de ladrillo.—Reseña histórica: empleo del adobe y del ladrillo cocido en el valle del Eufrates; murallas egipcias; bóvedas sassánidas; ladrillos romanos; cornisas de las basílicas latinas; palacios góticos, lombardos y toscanos; iglesias del Languedoc; pujanza de la fábrica de ladrillo en las arquitecturas árabe y mudéjar; persistencia de la misma en el primer Renacimiento en Italia, en Inglaterra y en Francia.—Ejecución de la fábrica de ladrillo.—Adarajas o endejas.—Ladrillos a sardinel.—Tabiques a panderete: tabiques doblados y tabiques sordos.—Fábricas embramilladas y empanadas.—Fábrica de adobe hueco.

## II LECCION 9.

Fábricas mixtas.—Razones a que obedece su empleo y condiciones del mismo.—Construcciones mixtas de los griegos y de los romanos: *opus emplecton*, *incertum*, *reticulatum* y *lateritium*.—Fábrica mixta adoptada en la alta Edad Media.—Fábricas mixtas del Renacimiento.—Combinaciones usadas actualmente.—Detalles constructivos en las fábricas mixtas paramentadas.—Precauciones contra la acción atmosférica.—Carácter decorativo de las fábricas mixtas.

## II LECCION 10.

Fábrica de hormigón armado.—Origen y evolución de estas construcciones.—Concepto y principios fundamentales. — Colaboración estática de ambos materiales componentes.—Ventajas del hormigón armado: resistencia al fuego, protección de las armaduras contra la herrumbre, monolitismo, economía y duración, rapidez de ejecución, adaptabilidad y aprovechamiento del espacio.—Valor decorativo.—Inconvenientes de la concreción armada.—Condiciones relativas al hormigón.—Armaduras: hierros especiales.—Empalme, cortado, doblado de las barras. — Colocación de las armaduras: estribos, cercos y hierros de montaje.—Hormigonado.

## II LECCION 11.

Obras de tierra.—Movimiento de tierras para la implantación del edificio.—Construcción de los caminos: desmonte, transporte y terrapién.—Esponjamiento de las tierras.—Sistemas que pueden seguirse en la ejecución de la obra de tierra.—Método de compensación.—Cuadratura de los perfiles transversales.

Cubicación de los movimientos de tierras; perfil gráfico de cubicación.—Línea de masas o diagrama de Brückner; sus propiedades.—Recta de compensación de gasto mínimo.—Líneas de repartición de primero y de segundo orden.—División de las obras de tierra según su ubicación.—Condiciones generales para la ejecución rápida y económica de las mismas.

## LECCION 12.

... OBRAS DE TIERRA A CIELO ABIERTO.—Desmonte, arranque o excavación.—Trabajos preliminares.—Forma de la sección: circunstancias que influyen en el talud.—Replanteo y ejecución de los desmontes.—Herramientas empleadas en el desmonte a brazo: pala, pico zapapico y arado.—Ataque de rocas con barrenos.—Condiciones para la ejecución práctica.—Picado de las tierras a pecho y a tumbo.—Excavación longitudinal por fajas.—Excavación escalonada por testa.—Excavación por galería.—Excavación mecánica.—Excavadoras de cuchara y de rosario; procedimientos de ataque.

## LECCION 13.

TRANSPORTE DE LAS TIERRAS.—Vehículos empleados: espuerta, carretilla, carrutón, carro, vagoneta, vagón, camión.—Vías ordinarias.—Vías férreas provisionales.—Vía portátil Decauville.—Transporte por planos inclinados; planos automotores.—Transporte por cables aéreos; sus ventajas.—Transporte vertical.—Carga de los vehículos.—Descarga de carros y de vagones: descargadores Talbot.—Puentes y plataformas de descarga. — Sistemas de vías múltiples y de ballena: resultados con ellos obtenidos.

## LECCION 14.

TERRAPLENES.—Preparación del terreno que ha de recibirlos.—Alejamiento de las aguas superficiales, unión del terraplén al suelo, saneamiento de la estabilidad.—Replanteo y ejecución de los terraplenes.—Condiciones de las tierras.—Ejecución por capas y por testa.—Terraplenes de tierra, de grava, de arena y de arcilla.—Terraplenes mixtos.—Ejecución de los grandes terraplenes; asiento de los mismos.—Apisonado.—Precauciones cuando el terreno subyacente es compresible o resbaladizo y cuando está minado por explotaciones subterráneas.—Taludes; refino y protección de éstos con tepes, siembras, plantaciones, banquetas y muros de revestimiento;

## LECCION 15.

OBRAS DE TIERRA DEBAJO DEL AGUA.—Dificultades que suele ofrecer su ejecución.—Conocimiento del relieve del fondo: sondeos.—Dragado a brazo: empleo de la pala, de la draga de mano, pala india, draga de ruedas, draga de bolsa y barrenas de bolsa y de rosca.—Dragado mecánico: dragas norteamericanas y de rosario: excavadoras hidráulicas y de aire comprimido.—Dragas de compuerta.—Método en sifón de Leslie.—Dragado con recipientes autoprensores.—Extracción de piedras y de troncos sumergidos.—Voladuras.—Trabajos de buzo.—Transporte de los productos del dragado: gánguiles y barcazas.—Ejecución de terraplenes debajo del agua; preparación del fondo y transporte de materiales por vía terrestre, fluvial o marítima.—Enrocados o escolleras.—Asiento del pedraplén y modos de disminuirlo.

## LECCION 16.

FUNDACIONES.—Concepto e importancia de las fundaciones.—Clasificación general.—Sucinta reseña histórica de los métodos de cimentación; métodos usados por los constructores egipcios y caldeos: emparillados, arcos invertidos y plataformas de adobe; fundaciones antisísmicas de los griegos: hiladas onduladas; metodización de los sistemas de cimentación por los romanos: pilotajes, cajones de madera, bloques de hormigón; pilares enlazados con arcos y bóvedas; fundaciones medievales; pilotajes venecianos.

Propiedades de los terrenos de fundación.—Características de las rocas, gravas, arenas, arcillas, limos, turbas, cienos, depósitos lacustres y tierras de préstamo.—Terrenos heterogéneos.

RESISTENCIA DEL TERRENO.—Comportamiento de los diferentes suelos bajo la actuación de las cargas.—Movimientos que se producen en el asiento de los cimientos.—Cálculo teórico de la resistencia en los terrenos macizos, fluidos y detriticos.—Método de Krey.—Consideración de las circunstancias que influyen en el valor de la resistencia de un terreno.—Influencia del rozamiento periférico del hazo de fundación.—Coeficientes de trabajo o fatigas admisibles. Fuerzas que actúan en la base de la fundación.—Rozamiento en la base.—Presión hidrostática sobre la misma.—Subpresión sin resquebrajamiento; modificación de su valor según el tamaño de los granos; experiencias de Brennecke.—Subpresión con remanso; influencia de los tablestacos.—Reacción del terreno; ley de distribución de la misma.—Influencia de las concusiones sísmicas sobre las cimentaciones.

## LECCION 18.

CARGAS DE ENSAYO.—Relación entre la presión unitaria y el asiento del terreno.—Influencia de la superficie cargada.—Ensayo por los métodos de Lehmann, Thieme y Bernhard.—Aumento de la resistencia con la profundidad.—Aparato de palanca de Buchheim.—Píndolos de ensayo.—Aguja de Stern.

RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.—Examen geológico; inclinación del terreno.—Examen de los estratos; socavaciones y deslizamientos.—Examen geofísico; ensayos de conductibilidad eléctrica.—Examen químico; análisis de tierras y del agua freática.

RECONOCIMIENTO DEL TERRENO POR EXCAVACIÓN.—Calicatas; exploración; y agotamiento de las catas.—Sondas; empleo de la sonda; obtención de muestras con la sonda.

RECONOCIMIENTO POR TALADROS.—Barrenas para tierras; barrenas Bolshen, cilíndricas, de cuchara y americanas.—Barrenas para arena; barrenas de válvula y de émbolo.—Barrenas para rocas: trépanos, brocas de corona y perforadoras. — Barras; empalme de las mismas; suspensión de la superior a la cabria.—Aparatos de extracción; caracol y campanas.—Entubación; empalme e introducción de los tubos.—Repartición de los taladros.—Datos acerca del agua.—Resultados del sondeo.—Profundidad de los cimientos para ser inaccesibles a las heladas.

## LECCION 20.

MATERIALES EMPLEADOS EN LAS FUNDACIONES.—MADERA.—Putrefacción.—Destrucción por agentes físicos.—Acción destructora de la broma o taraza; protección de la madera contra este molusco.—Crustáceos e insectos xilófagos.—El moho; desarrollo de este hongo y prevenciones contra el mismo.

HORMIGÓN.—Impermeabilidad. — Agentes físicos: heladas, choques, erosión.—Agentes químicos.—Acción de los sulfatos: el bacilo del cemento.—Acción del agua del mar.—Agentes orgánicos.

HIERRO.—Formación de la herrumbre y protección contra la misma.

HORMIGÓN ARMADO.—Revestimiento de las armaduras.—Influencia de las corrientes eléctricas vagabundas.

## LECCION 21.

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE FUNDACIÓN MÁS CONVENIENTE.—Estudio previo del firme elegido como base.—Aplicación simultánea de distintos métodos de cimentación.—Puntos de vista para decidir la elección del sistema de fundación: finalidad de la obra, naturaleza de los materiales y medios auxiliares de construcción, naturaleza del suelo y condiciones inherentes al agua superficial y subterránea; consideraciones económicas.—Sistemas de fundación que cabe aplicar según las condiciones del terreno y del agua; fundaciones sin gotamiento y fundaciones a pie enjuto. — Intervención del aire comprimido.—Sistemas mixtos.—Clasificación sinóptica de Brenkecke.—Clasificación tecnológica de Stern.

## LECCION 22.

ELEMENTOS PECULIARES DE LAS FUNDACIONES.—PILOTES.—PILOTES DE MADERA.—Condiciones relativas al material.—Longitudes y diámetros corrientes.—Forma de la punta.—Empalme.—Empalme de azuches y volas metálicas.—Pilotes de tracción: sistema Moebus.  
PILOTES DE HIERRO.—Pilotes de punta: tipo de Gustavsborg.—Pilotes de rosca.—Formas de la rosca según la naturaleza de los terrenos; rosca abierta.—Unión del tronco a la rosca.—Pilotes de zapata.

## LECCION 23.

PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO.—Pilotes macizos; longitud y forma de los mismos.—Condiciones que atañen al hormigón.—Organización de las armaduras; pilotes zunchados.—Armadura de la punta; azuches.—Refuerzo de la cabeza; caperuzas protectoras.—Pilotes hincados con agua a presión.—Hormigonado de los pilotes.—Pilotes huecos; descripción de los empleados en la fundación del puente de Lidingo.

PILOTES HORMIGONADOS EN EL TERRENO.—Pilotes con tubo patrón recuperable: tipos Simplex, Gow y Frankignoul.—Pilotes explosivos Wilhelmj.—Pilotes de camisa perdida; tipos Raymond, Stern y Mast.—Pilotes con tubo de barrena: tipos Strauss y Wolfsholz.—Pilotes mixtos de hormigón y madera: sistema Heimbach.

## LECCION 24.

TABLESTACADOS.—TABLESTACAS DE MADERA.—Empalizadas.—Tablestacas engargoladas y machiembradas.—Disposiciones usuales en puntas, filos y azuches.—Tablestacas dobles.—Estacas de esquina, cepos y carreteras.—Impermeabilidad de los mamparos.

TABLESTACAS DE HIERRO.—Ventajas e inconvenientes de las mismas.—Formas antiguas; combinaciones de vigas laminadas; perfiles Behrend, Lackawana, Vanderkloot.—Formas modernas; tipos Hoesch, Larsen, Rothe Erde, Lamp, Ransome, Krupp.—Perfiles tubulares.  
TABLESTACAS DE HORMIGÓN ARMADO.—Perfiles metálicos revestidos.—Armaduras sistema Heimbach.

## LECCION 25.

RESISTENCIA DE LOS PILOTES.—Aplicación de las fórmulas del choque al cálculo de la carga límite; fórmulas de Weissbach, Rankine, Lytelwein, Redtenbacher, Ritter y Brix.—Modificación propuesta por Doerr.—Estudios de Terzaghi.—Cálculo de pilotes de tracción. CÁLCULO DE TABLESTACADOS. — Tablestacas libres; hipótesis de Krey.—Cálculo aproximado.—Tablestacas ancladas.—Longitud del tirante de amarre.—Método de Kayser para obtener la profundidad de hincadura.

## LECCION 26.

TRABAJOS DE HINCADURA.—Hinca con martinete o machina.—Martinete de cuerdas, de trinquete, de palanca, de torno y de vapor.—Martinetes Lacour y Menck.—Martinete de explosión.—Falso pilote.—Datos tomados durante la hinca.—Particularidades relativas a las tablestacas.—Martinete de aguja.—Hinca por agua a presión; disposiciones del tubo inyector.—Hinca por dinamita.—Hinca de pilotes de rosca.

Extracción de pilotes y tablestacas; aparatos usados en dicha operación; extractores de vapor.—Aserrio de las cabezas de pilotes de madera, de hierro y de hormigón armado.

## LECCION 27.

AISLAMIENTO DEL CUENCO O RECINTO DE FUNDACIÓN.—Disposición general.—Entibación con tablon horizontales y verticales.—Cordales metálicos.—Tablestacados.—Atagüas de tierra perdida, de simple y de doble pared y de fondo.—Adecuado empleo de tirantes y puntales.—Condiciones inherentes al material de relleno.—Modo de cegar las vías de agua.—Atagüas de hormigón: cálculo del espesor del estrato.—Atagüas celulares.—Atagüas abovedadas.—Macones Schoen.—Cálculo de los diferentes tipos de atagüas, libres o acodaladas; longitud de las tablestacas y anchura del dique.

## LECCION 28.

ACHIQUES.—Aglomeramiento del recinto de fundación con bombas; posibilidad de aplicación y organización del mismo.—Depósito o fosa de la bomba y canales colectores.—Longitud y posición del tubo aspirante.—Tipos de bombas más eficaces: bomba Lelestu, bombas de diafragma, centrifugas y pulsómetros.—Tubo de presión.—Cálculo del rendimiento de una instalación de bombas.—Dificultades derivadas de la presencia de manantiales en el fondo y modo de vencerlas.—Cimentación de la Opera de París.

## LECCION 29.

DEPRESIÓN ARTIFICIAL DEL NIVEL FREÁTICO.—Idea general y primeras aplicaciones de este método.—Ventajas e inconvenientes del mismo.—Organización de la instalación de pozos: establecimiento del pozo filtrante, del tubo de captación y del tubo aspirante.—Válvulas de retención.—Bombas; empleo de la Mammut.—Tubería de cintura. — Escalonamiento de la instalación; tubería en sifón. — Cálculo de una instalación de pozos; ley de los filtros y fórmulas de Thiem y Forchheimer.—Coeficiente de permeabilidad.

## LECCION 30.

FUNDACIONES DIRECTAS SOBRE EL TERRENO FIRME.—Sistema de zanjas continuas: forma y dimensiones de la base.—Replanteo y apertura de las zanjas.—Entibaciones.—Ejecución del cimientó.—Cimientos de hormigón.—Aplicación del hormigón colado: sus ventajas.—Ejecución del macizo por cables aéreos o por el *gravity-system*.—Fundaciones con pilares y arcos; modo de practicar la excavación; construcción de los pilares y de los arcos; solución de las esquinas.—Fundaciones con arcos invertidos.—Cimientos de pilares enlazados con bóvedas: fundaciones de la basílica del Sagrado Corazón de Montmartre.

## LECCION 31.\*

ADAPTACIÓN DE LA FUNDACIÓN A LAS CONDICIONES DEL TERRENO.—Principios fundamentales.—Ensanchamiento de la base: a) por retallos; b) por placas de hormigón armado.—Emparrillado de madera; elementos que lo componen y uniones de los mismos; macizado de la cuadrícula.—Emparrillados de hierro y hormigón: fundaciones de los rascacielos americanos.—Aplicación del sistema de bóvedas invertidas.—Zampeados de hormigón en bloque o armado.—Fundación sobre arena: ley de Winkler.

CONSOLIDACIÓN PREVIA DEL TERRENO.—Relleno de arena.—Cargas eventuales. — Hincas de piedras o de pilotes cortos. — Pilotes de arena o de hormigón.—Sistema Dulac.—Avenamiento de terrenos anegados.—Inyecciones de cemento: método de Wolfsholz.

## LECCION 32.\*

CIMENTOS DE HORMIGÓN SUMERGIDOS.—Inconvenientes que acarrea la presencia del agua; formación de la lechosisidad y peligros que entraña.—Métodos sencillos para el hormigonado: a) vertido del hormigón a medio fraguar; b) cementación de enrocados sumergidos; c) inmersión de sacos de hormigón.—Métodos perfeccionados: a) tolvas; b) cajas; c) sacos.—Ejemplos de aplicación de estos artefactos.—Ejecución de los estratos.—Estudio comparativo de los tres procedimientos.—Aplicación del hormigón fluido en Escandinavia.

## LECCION 33.\*

ESCOLLERAS Y BLOQUES.—Escollera perdida.—Escollera contenida por pilotes.—Cajones con ~~emparrillado~~ (cribwork).—Bloques de hormigón; aplicaciones de los mismos en los puertos españoles.

CAJONES SIN FONDO.—Cajones de madera y de hierro; construcción y sumersión de los mismos.—Oclusión del borde inferior.—Recuperación de las tablas.

CAJONES CON FONDO.—Campo de aplicación.—Organización general del sistema.—Cajones de madera, de hierro, de fábrica y de hormigón armado.—Ejecución de fundaciones por cajones; preparación del fondo; emparrillado; montaje; botadura e inmersión de los cajones; erección de la fábrica en su interior.

## LECCION 34.\*

PILOTAJES.—Sistemas que cabe distinguir.—Pilotajes flotantes, pilotajes hundidos y pilotajes emergentes.—Distribución de los pilotes.—Asiento del emparrillado sobre las cabezas de los mismos; organización de las esquinas.—Zampeados de hormigón; espesor del estrato.—Ejecución de pilotajes.—Cálculo de los mismos: fuerza que actúan.—Cálculo de pilotajes hundidos.—Cálculo de pilotajes emergentes; método de Jacobi.—Disposición de los pilotes en los fundamentos de malecones; pilotes afianzados.—Fundaciones generales sistema Stern.

### LECCION 35.\*

FUNDACIONES TUBULARES.—Pozos; dimensiones, perfil y sección transversal de los mismos.—Disposición general de los pozos de madera, de hierro y de fábrica.—Cadenas o cuchillos de madera y de hierro.—Pozos de hormigón armado; armadura de la corona.—Construcción de los pozos; andamiaje para la suspensión; excavación e hincadura del pozo; relleno de éste. — Hincas con explosivos. — Límite de aplicación del método. — Fundación del Teatro Municipal de Berna.—Cálculo del espesor de las paredes de los pozos.—Tubos de Pott; ventajas del método por el vacío; inconveniente que obligó a abandonarlo.

### LECCION 36.\*

FUNDACIONES POR AIRE COMPRIMIDO.—Concepto del método y campo de aplicación del mismo. — Fundaciones neumáticas con cajones y con campanas de buzo. — Organización general de las fundaciones por aire comprimido.—Peligros que entrañan.—Peligros de carácter general: irrupción súbita del agua y deficiente suministro de aire puro.—Peligros por el aire comprimido.—Precauciones: límite de edad de los obreros e inspección médica; presión máxima del aire; permanencia en la cámara de trabajo y en la esclusa.—Medicación de los tubistas atacados, según el doctor Silberstern; cámara sanitaria.

### LECCION 37.\*

FUNDACIONES NEUMÁTICAS CON CAJONES.—Proceso histórico; tubos empleados en la fundación de las pilas del puente de Szegedin.—Adopción del método de cajones perdidos en el puente de Kehl y en el de Brooklyn.—Aplicación de las cámaras de fábrica en el puente de Hornsдорf.—Cimentación de los Almacenes del "Printemps".—Dimensiones y estructura de las cámaras de trabajo usadas al presente.—Cajones de hierro, de madera, de fábrica y de hormigón armado; ejemplos tomados de algunos puentes alemanes.—Fundación del puente de Alfarrás.—Cálculo de los cajones.

### LECCION 38.\*

FUNDACIONES NEUMÁTICAS CON CAJONES.—Esclusas de aire; cámara y antecámara de las mismas.—Puertas y ventanas.—Tubos de comunicación con la cámara de trabajo.—Entrada y salida de materiales y de las tierras excavadas; cierre de los calzones.—Hincadura de los cajones en tierra firme.—Hincas desde castilletes; organización de la suspensión.—Ejecución de la fábrica superior.—Cámaras flotantes; tipo empleado en la construcción del "metro" de París.

### IV LECCION 39.\*

FUNDACIONES POR CAMPANA DE BUZO.—Campo de aplicación de este método; sus inconvenientes.—Cámara de trabajo y cámara de flotación; composición de la campana empleada en el puerto de Saint-Nazaire.—Campanas suspendidas de castilletes fijos o flotantes; regulación de la carga.—Campanas libres.—Fundaciones mixtas aplicadas en el puerto de Burdeos.

FUNDACIONES POR CONGELACIÓN.—Campo de aplicación.—Forma y disposición de los tubos frigoríficos de Poetsch.—Aplicación del método a la construcción de una galería en el metro de París.

TECHOS DE PIEDRA.—Techos adintelados: su estructura en los primitivos monumentos egipcios.—Templo de la Esfinge.—Sala hipóstila de Karnak.—Aparejos de los arquiteabes.—Inconvenientes que presenta el sistema adintelado.—Providencias adoptadas para atenuarlos: ejemplos en el corredor y en la cámara sepulcral de la pirámide de Cheops.—Kioscos reales asirios.—Descarga de dinteles en construcciones prehelénicas. — Modificaciones introducidas en aquel sistema por la arquitectura griega.—Aparejo de los entablamentos: estructura del arquiteabe y del friso del Partenón.—Grapas metálicas.—Techos de los pórticos: disposición de los artesonados de mármol en el templo de Teso, en el Partenón y en el Erecteo.—Suelos en las naves laterales de las cellas.—Techos de tradición armenia.—Degeneración del sistema arquiteabal en los monumentos romanos.—Techos pétreos en las basílicas de la Siria central.—Cubiertas de piedras medievales: torres y chapiteles.—Flechas caladas.

SUELOS DE MADERA.—Influencia de los suelos en la estabilidad del edificio.—Condiciones generales que deben reunir los suelos.—Requisitos de la madera en ellos empleada: tratamientos contra la putrefacción y el moho.—Procedimientos para atenuar la inflamabilidad.—Condiciones particulares de los suelos: acústicas, térmicas, higiénicas y técnicas.—Entramado de los suelos.—Suelos de vigas de igual escuadría: secciones de máxima resistencia y de flecha mínima.—Repartición de las vigas; suelos llenos y de hueco por viga; suelos catalanes.—Suelos de vigas de diferente escuadría; ventajadas de los mismos.—Sistema de tramos: maestras y viguetas.—Sistema a la Serlio: cálculo y aplicaciones.—Suelo de maderas cortas de la *Maison de bois*.—Suelos poligonales y radiales.

Detalles constructivos de los entramados horizontales de madera.—Apoyo de las vigas en los muros.—Entrega directa y por intermedio de soleras ocultas o aparentes.—Maestras de vigas acopladas.—Vigas compuestas y vigas armadas.—Aplicación de las vigas Vierendeel, Laves, Hetzer y Kübler.—Apoyo de las maestras.—Zapatatas.—Poyales o dados de sillería.—Unión de las viguetas a las maestras.—Conservación de las cabezas de las jácenas.—Recursos para evitar el acceso de la humedad.—Anclaje de las vigas.—Enzometados.—Embrochados y cabestrillos: detalles de las uniones de cabios, brochales y moderos cojos.

FORJADOS PROPIOS DE LOS SUELOS DE ENTRAMADOS LEÑOSOS.—Misión del forjado.—Forjado de bovedillas tabicadas.—Bovedillas de yeso.—Bovedillas de rosca.—Tabicado plano de rasillas.—Entablado y enladrillado.—Alfarjias y rasilla.—Forjado de cascole y tomiza y sus similares.—Forjado de listones y barro; variantes del mismo.—Forjado de tabillitas de yeso.—Forjado de ladrillos de pómez.—Forjados de alfarería hueca.—Forjado de hormigón sobre chapa de hierro.—Forjado de losetas articuladas.—Crítica de los diversos sistemas.

SUELOS DE ENTRAMADO METÁLICO.—Entramado de viguetas laminadas; cálculo de escuadrias.—Protección de las vigas contra la herrumbre y contra el fuego.—Apoyo de las vigas en los muros; observaciones respecto al empotramiento.—Forjado de bovedillas tabicadas: macizado de enjutas.—Forjado de tabicado plano.—Bovedillas de rosca.—Forjado de ladrillos huecos: sistemas franceses: Perrière, Laporte, etc.—Suelos alemanes: Forster, Sekura, etc.—Forjados de yeso.—Forjados de hormigón de gravas, de escorias o de pómez.—Suelos de hormigón y plancha combada u ondulada.—Sistema Oppermann.—Forjados armados: suelos Klein, losas Koenen.—Arriostrado de los suelos con madera o con hierro.—Doble arriostrado.

Subdivisión en tramos de las crujeas de gran luz.—Vigas maestras laminadas o compuestas, de alma llena y de celosía: organización de las mismas.—Jácenas continuas sobre varios apoyos; jácenas empalmadas o articuladas.—Suelos de viguetas de madera sobre maestras de hierro.—Suelos de viguetas y jácenas laminadas; unión de unas a otras.—Unión de viguetas a jácenas de alma llena.—Suelos de bóvedas entre maestras; ventajas de los mismos.—Formas de bóvedas; precauciones que exige su construcción.—Apoyo de las jácenas en los muros: poyales y placas.—Apoyos basculantes.—Amarrados.—Embroschados.—Suelos de extraordinaria luz.

SUELOS DE HORMIGÓN ARMADO.—Ventajas de estos suelos: incom- bustibilidad, resistencia y reducido espesor.—Condiciones higiénicas, acústicas y térmicas.—Suelos de losas macizas; planas o abovedadas.—Proyecto de placas o forjados sin nervaduras o con ellas.—Suelos de losas estriadas: sistemas Ast, Koenen, Giesé.—Suelos de bloques huecos: sistemas Rémy, Ackermann, Lehmann, Woerner y Züblin, suelo tubular Ways.—Suelos de piezas fabricadas en taller: sistemas Herbst, Kiefer, Gieshammer, Guske, Siegwart, Visintini, —Artesonados.—Suelos armados con hierros especiales: Pohlmann, Kahn, Stapf.—Suelos lisos sobre apoyos fungiformes; estudios de Marcus y de Lewe.—Suelos voladizos; galerías de templos y salas de espectáculos.

BÓVEDAS.—Concepto exacto de esta construcción.—Falsas bóvedas: sistema de hiladas voladizas.—Antigüedad de la bóveda: opinión de Alberti.—Reseña histórica de la construcción abovedada: cúpulas asirias; bóvedas egipcias, persas y etruscas; desarrollo de las bóvedas concrecionadas en Roma y Bizancio; evolución de la construcción de bóvedas en la Edad Media; grandes estructuras cupulares del Renacimiento.—Bóvedas encamonadas.—Formas de las bóvedas.—Bóvedas simples y compuestas.—El cañón seguido y la cúpula como formas fundamentales; teoría de ambas bóvedas.—Antiguas hipótesis de Moseley y de Culmann.—Formulas de Tolkmitt, Ritter, Koegler y Ligowski.—Aplicación de la teoría de la elasticidad; resultados de la misma.

Operaciones que comprende la construcción de una bóveda.—  
 Establecimiento de los medios auxiliares: importancia que pueden  
 alcanzar éstos.—Cimbras: organización general de las mismas.—  
 Cimbras de mampostería en seco, de tierra, de ladrillo y de madera.—  
 Clasificación de las cimbras de madera; ventajas de las formas re-  
 cogidas. — Condiciones que han de cumplir las cimbras y cálculo  
 de las cargas que soportan. — Modelos de cimbras recogidas y  
 fijas para distintas luces y formas de directrices. — Cimbrata de  
 Fontana para la nave de San Pedro del Vaticano.—Cimbras de tor-  
 napuntas radiales: ejemplo del viaducto de Langwies.—Cimbras de  
 montantes.—Cimbras para cúpulas y para bóvedas compuestas.—  
 Cimbras corredizas.—Montaje de las cimbras.—Asiento de las mis-  
 mas; causas que lo motivan.—Peralte de los camones.—Método de  
 expansión.

DESCIMBRAMIENTO.—Tiempo que la bóveda ha de permanecer so-  
 bre la cimbra.—Condiciones que debe reunir el sistema de descim-  
 brado.—Procedimientos sencillos: tacos, cuñas y levas.—Procedi-  
 mientos modernos: sacos de arena, puentes, areneros y tornillos;  
 ventajas de estos últimos.—Elevadores hidráulicos.—Sistema Mail-  
 lard para descimbrar.—Medición del asiento de la bóveda luego de  
 descimbrada.—Descimbramiento espontáneo: causas que lo produ-  
 cen.—Trabajos complementarios en bóvedas expuestas a la intem-  
 perie: chapeado del trasdós, terraplenes y desagües de los mismos.  
 —Macizado de enjutas.—Rejuntado.

BÓVEDAS CONCRECIONADAS ROMANAS.—Idea general del sistema  
 constructivo imperial descrito por Choisy.—Bóvedas de cañón se-  
 guido: a) con nervios de rosca de ladrillo; b) con cimbra de ladrillo  
 de plano.—Bóvedas por arista: a) con aristones de ladrillo de  
 plano; b) con aristones de rosca de ladrillo.—Cúpulas: templo de  
 Diana en Bayas.—Cúpulas con osatura de meridiano y paralelos  
 de ladrillo.—Cúpula del Panteón de Agrippa: ideas de Viollet-le-Duc  
 acerca de su estructura; opinión de Chédanne.—Construcciones con-  
 crecionadas romanas en los albores del cristianismo; cúpula y bó-  
 veda anular de Santa Costanza.—Influencia oriental; bóveda vaída  
 del mausoleo de Gala Placidia.—Ventajas que el sistema concrecio-  
 nal reportó al imperio romano.

BÓVEDAS CONCRECIONADAS HIZANTINAS.—Origen y características  
 del método constructivo adoptado por los bizantinos según Choisy.  
 —Descripción del mismo y sus variantes en el caso de bóvedas de  
 cañón seguido.—Detalles de ejecución; cierre de la bóveda; guías.  
 —Ventajas e inconvenientes del sistema.—Bóvedas por arista: ge-  
 neración de las mismas.—Cúpulas sobre plantas circular; cierre de  
 estas bóvedas.—Disposiciones adoptadas para evitar las deforma-  
 ciones de la bóveda y disminuir su empuje: cúpulas con nervios,  
 con trompillones y de alfarería hueca.—Cúpulas sobre planta cua-  
 drada poligonal: ejemplos de Ezra y Bosra.—Cúpula de los Santos  
 Sergio y Baco en Constantinopla.—Cúpula doble de la mezquita  
 mausoleo de Sultanieh.—Bóvedas esféricas sobre pechinas; trazado  
 y construcción.—Cúpula de Hagia Sofia en Bizancio.—Variantes en  
 la curvatura de las pechinas.—Cúpulas sobre trampas.

CÚPULAS CONCRECIONADAS DEL RENACIMIENTO. — Cúpulas dobles: primeras tentativas en los Baptisterios de Florencia y Cremona.— Estudio constructivo de la cúpula de la Metropolitana florentina.— Cúpula de la Basílica Vaticana: neta de Rondelet sobre la eficacia de sus zunchos.—Cúpulas de cascarones concéntricos: Santa María dell'Umiltà.—Cúpulas de cascarones independientes: Santa María de Carignano.—Estructura de la cúpula de la Superga según Durm.—Cúpula concrecionada con cubierta de madera: ejemplos entre las iglesias venecianas.—Cúpulas triples: San Pablo de Londres.—Bóvedas esquinadas con lunetos.—Bóvedas de hormigón de nuestros tiempos: reglas para su construcción.—Bóvedas de mampostería hormigonada.

BÓVEDAS DE LADRILLO.—Aparejos propios de las bóvedas de cañón seguido: aparejos rectos, diagonal y anular o de Moller.—Ejecución de la bóveda en los tres casos; cierre de la misma.—Bóvedas de rosca; ventajas e inconvenientes que acarrea este sistema.— Disposición de los arranques en los apoyos aislados.—Sutura de los témpanos en las bóvedas compuestas.—Bóveda bohemia o de cuatro puntos.—Bóvedas tabicadas; origen del sistema y ventajas que entraña.—Construcción de bóvedas tabicadas de cañón seguido, de revolución y compuestas.—Bóvedas Guastavino.—Tabicados planos.—Bóvedas esquinadas; esquifes de entramado metálico.—Estabilidad de la bóveda tabicada: estudios de Terradas.—Atirantados; tirantes ocultos.

BÓVEDAS DE HORMIGÓN ARMADO.—Indole estática de estas estructuras.—Bovedillas para suelos: sistema Koenen, Monier y Robling.—Bóvedas de cañón: método de cálculo abreviado.—Bóvedas ligeras atirantadas.—Bóvedas Melan y Hennebique.—Bóvedas de cañón con fajones: aplicación del sistema Visintini.—Bóveda por arista de la estación de Karlsruhe.—Bóvedas de crucería.—Bóvedas ficticias; cascarón Rabitz.—Cúpulas lisas y con nervios: ejecución del hormigonado.—Cúpula de la parroquia de St. Blasien.—El *Jahrhundert-halle* de Breslau.—Cúpula Zeiss.—Teoría de las cúpulas membranosas.—Estudio de las del Gran Mercado de Leipzig.

BÓVEDAS DE SILLERÍA.—Condiciones de estabilidad.—Arcos aparejados etruscos.—Recursos puestos en práctica por los romanos para aligerar las cimbras: dovelas prominentes, aparejo de juntas continuas en ambas direcciones, arcos independientes, entosados sobre arcos, aparejo de rosca.—Modos de eludir las dificultades estereotómicas en cúpulas y bóvedas por arista.—Ejecución de las bóvedas de sillería; asiento de las dovelas y comprobación de la normalidad de juntas; cierre de la bóveda.—Forma del almohadón.—Cúpula triple en la iglesia de Santa Genoveva de París.—Dinteles despiezados; medios para asegurar la trabazón: arcos de descarga, montacaballos, engrapado de los dovelas. — Armaduras; descripción de las proyectadas por Rondelet para el entablamiento del edificio antedicho.

## LECCION 56.

BÓVEDAS PÉTREAS DURANTE EL PERÍODO ROMÁNICO.—Modificación notable que sufrió la estructura adovelada en la Alta Edad Media.—Bóvedas de cañón seguido: bóvedas de mampostería y bóvedas aparejadas.—Arcos y arquivoltas; formas de los mismos y disposición del almohadón sobre los apoyos aislados.—Aplicación de las bóvedas de cañón a la cubierta de iglesias; introducción de los arcos fajones.—Variantes de perfil; escuelas provenzal y del Languedoc.—Cúpulas de los cruceros; origen oriental de su aparejo.—Cúpulas aquitanas; Saint Front de Périgueux.—Pabellones de Saint Ours de Loches.—Diferentes tipos de pechinas y trompas para el tránsito de la cúpula a la planta cuadrada.—Cúpulas dobles; Notre Dame de Le Puy.—Cúpulas españolas: Santiago de Peñalba.—La torre del Gallo en Salamanca.—Bóvedas por arista: tipos genuinos de las escuelas borgoñona, normanda y renana.—Origen de la bóveda de crucería: la abadía de Saint Denis.

## LECCION 58.

Aplicación de la bóveda de crucería a la cubierta de grandes naves de iglesia.—Sistema adoptado en las abadías normandas.—Bóvedas sexpartitas; inconveniente de las mismas.—Bóvedas de planta oblonga: nave de la catedral de Amiens como prototipo.—Bóvedas de las naves laterales.—Bóvedas absidales: soluciones adoptadas en las catedrales de París, Bourges y Amiens.—Bóvedas de las girolas.—Combinación de las bóvedas de la girola con las de las capillas absidales: tipos de St. Rémy de Reims y de Soissons.—Deambulatorios dobles; girolas de Chartres, de Nitra. Sra. de París y de la catedral de Toledo.—Otras aplicaciones de la bóveda de crucería.

## LECCION 59.

Modificaciones sufridas por la bóveda de crucería.—Bóvedas dobles en la Aquitania y en el Anjou: introducción de las cadenas; ejemplo de la iglesia de Mouliherne.—Aparición de los bragueteros en el crucero de Amiens: bóveda de devanadera; trazado y variantes de la misma.—Nueva transformación experimentada al pasar a Inglaterra; multiplicidad de nervios en las bóvedas del primer Plantagenet.—Ventajas prácticas obtenidas con el empleo del arco Tudor y del aparejo angevino en la plementería.—Cruce de los nervios.—Bóvedas estrelladas.—Degeneración de la bóveda ojival: nervios de mera decoración.—Bóvedas de abanico o de palma del período lancasteriano.—Bóvedas de construcción.—Última evolución de la bóveda inglesa bajo los Tudor; capilla de Enrique VII en Westminster.—Artificios ideados para mantener los infundíbulo pinjantes.

## LECCION 57.

BÓVEDAS DE CRUCERÍA.—Estudio de los tipos característicos.—Arcos que integran la osatura de la bóveda de crucería.—Trazado de los mismos.—Aparejo de los arcos; claves colgantes.—Organización de los arranques; enjarjes.—Forma y aparejo de los templos; sistemas adoptados en la Isla de Francia y en el Périgord y el Anjou.—Construcción de los arcos de una bóveda de crucería.—Ejecución del plemento: cercha de Viollet-le-Duc.—Macizado de enjutas.—Estabilidad de la bóveda de crucería; conocimientos estáticos de los maestros medievales.

Modificaciones que sufre la bóveda de crucería en Alemania y en nuestro suelo.

**BÓVEDAS ALEMANAS.**—Supresión gradual de los nervios genuinamente góticos.—Bóvedas reticuladas: solución de los ábsides.—Trazado de los arcos y ejecución de la plementería.—Bóvedas planas sobre palomillas.

**BÓVEDAS ESPAÑOLAS.**—Bóvedas estrelladas; capilla de la Visitación en la catedral de Burgos.—Bóvedas rebajadas de los coros altos.—Bóvedas de la iglesia de Mosén Rubín de Bracamonte.—Bóvedas de planta ochavada.—Bóvedas de nervios alabeados; ejemplos tomados de las catedrales de León, Santander y Burgos.—Bóvedas con plementos calados; tipos de San Gil y del crucero y de la capilla del Condestable en la catedral burgalesa.—Influencias alemanas en las bóvedas españolas.—Bóvedas de crucería trazadas por los alarifes mudéjares; cimborio de la Seo de Zaragoza y Hospital de la Santa Cruz en Toledo.

**CONTRARRESTO DE LAS BÓVEDAS CONCRECIÓNADAS.**—Medios puestos en práctica por los romanos para atenuar el empuje de la concreción.—Contrarresto de las bóvedas romanas.—Contrafuertes exteriores; columnas adosadas.—Contrafuertes interiores; la basílica de Magencio.—Identidad de principio en las iglesias medievales de Calaña.—Organización de los contrarrestos en el Panteón de Agrippa.—Templo de la Minerva Médica.—Contrarresto de las bóvedas bizantinas: contrafuertes interiores y atirantados de madera.—Contra-restos aligerados de las iglesias griegas.—Agrupación de bóvedas.—Disposiciones adoptadas.—Estudio de los contrarrestos de la cúpula de Hagia Sofía de Constantinopla.—Influencia del sistema estructural bizantino en la composición de las plantas.

**CONTRARRESTO DE EMPUJES EN LAS BÓVEDAS MEDIEVALES.**—El contrafuerte en la época románica.—Formas de tradición romana: St. Rémy de Reims e iglesias de Borgoña.—Contrafuertes de planta rectangular, lisos y con retallos; enlace con la cornisa.—Soleras de madera.—Aplicación de contrafuertes a las iglesias clunícenses de tres naves.—El arímez en la arquitectura ojival; situación y formas corrientes.—Reducción de su base y adición de pináculos.—Contrafuertes de la catedral de Albi y de la basílica de Asís.—Construcción de los contrafuertes de las torres de Nira. Sra. de París.—Contrafuertes aligerados.—Contrarresto de los tímpanos; diferentes soluciones adoptadas.—Contrafuertes en el Renacimiento.—Contrarresto por agrupamiento de bóvedas.—Iglesias románicas de tres naves: sistemas propios de las escuelas auvernesa, borgoñona y renana.—Iluminación de la nave central.—Iglesias góticas; catedrales de salón.—Atirantados.

**TRANSMISIÓN DE LOS EMPUJES.**—Origen del arbotante según Viollet-le-Duc.—Arbotantes primitivos.—Arbotantes en las iglesias góticas; formas y aparejos. — Punto de aplicación del empuje del arbotante.—Arbotantes dobles; disposición de los de Soissons.—Triple batería de la catedral de Bourges.—Conducción de las aguas pluviales.—Arbotantes simples de doble efecto: ejemplos de Chartres, Amiens y Colonia.—Arbotantes de doble tramo.—Enlace con los botareles: casos de la catedral de Burgos y de Santa María de Lequeitio.—Contrafuertes intermedios: razón de su disposición constructiva; contrarrestos del coro de Beauvais.—Arbotantes absidales; solución de Clermont.—Bifurcación de contrarrestos en las catedrales de Le Mans y Toledo.—Arbotantes en los cruceros.—Crítica de la función estática del arbotante.

**CUBIERTAS.**—Idea general de la cubierta del edificio; condiciones que debe cumplir.—Circunstancias que determinan la elección de forma.—Clasificación de las cubiertas.—Cubiertas planas simples: a) a una vertiente; b) a dos aguas; soluciones de plantas trapeziales; c) con faldones; d) quebrantadas; e) en dientes de sierra.—Cubiertas planas compuestas; trazado geométrico de las penetraciones.—Cubiertas de pabellón.—Cubiertas curvas, simples: a) alabeadas; b) cilíndricas; c) cónicas; d) cúpulas; e) anulares; f) bulbiformes.—Cubiertas curvas compuestas.—Consideraciones generales acerca de la pendiente: opiniones antiguas.—Circunstancias que fijan el valor de la pendiente; material, clima y economía.

**ARMADURA PARA CUBIERTA A DOS AGUAS.**—Nomenclatura y oficio de las piezas componentes de un cuchillo de armadura.—Cuchillos de poca amplitud; armadura de tijera; armadura parhitera con puente y parhitera con estribo; armadura de par y pendolón.—Cubierta de los templos griegos.—Cuchillos de mediana amplitud: tipo usado en la arquitectura romana y perpetuado en las basílicas latinas.—Cuchillos de trapecio, de puente y vela y de pendolones.—Armaduras peraltadas: ejemplos tomados de la carpintería medievales.—Cuchillos de gran amplitud: armaduras del teatro real de Munich y del picadero de Moscou.—Cuchillos con linternón.—Armaduras con apoyos intermedios; organización en cantilever.—Cuchillos con par de buharda; modo de asegurar su indeformabilidad.

**CUBIERTAS QUEBRANTADAS.**—MANSARDAS.—Trazado de su perfil.—Mansardas con pies derechos.—Mansardas con ático vertical.—Su presión del tirante para cobijar bóvedas encamionadas.—Mansardas asimétricas.

**ARMADURAS JABALCONADAS.**—Formas de estas estructuras con sobrepando y sin ella.—Ventajas de las mismas.—Forma fundamental de Moller: aplicación al picadero de Wiesbaden.—Estructuras mixtas.—Armaduras de Ardant.—Cuchillos con tirante levantado.—Armaduras características de la arquitectura gótica francesa: introducción de nudillos.—Armaduras anglo-normandas; cubiertas de la abadía de Malvern, de la catedral de Ely, de Westminster Hall y de Hampton Court.

**ENTRAMADOS DE MADERA PARA CUBIERTAS.**—Entramado de simples cabios en cubiertas a una y a dos vertientes; límite de su empleo.—Unión de los cabios a las vigas del desván.—Entramados de correas.—Ejemplos notables de este tipo en la arquitectura medieval catalana.—Entramado con cuchillos de armadura.—Armadura a la molinera.—Armadura de par y picadero.—Cobertizos de gran luz: introducción de tornapuntas y pendolones.—Naves laterales de las basílicas latinas.—Tejadillos y soportales.—Voladizos o marquesinas.—Ensamblajes característicos de esta carpintería.

LECCION 68.

CUCHILLOS CURVOS.—Cubiertas cilíndricas.—Armaduras medievales: salón del palacio episcopal de Auxerre.—Cubiertas de grandes naves.—Cuchillos sistema Filiberto, de l'Orme, modificaciones propuestas por Rondelet y por Lacaze; trazado de Gilly.—Cuchillos sistema Emy; ensayos de Ardant.—Sistemas modernos inspirados en los entramados metálicos.—Armaduras Stephan.—Sistema Kasper.—Armaduras Hetzer y Tuscherer.—Sistemas Meltzer y Kübler: organización de los nudos.—Cubierta reticular de Zollinger; estudios de Otzen.

LECCION 69.

DESCRIPCIÓN DE LA ARMADURA COMPLETA PARA UNA CUBIERTA A DOS AGUAS.—Situación de los cuchillos.—Correas: oficio que desempeñan.—Número y dimensiones de las mismas; unión con los pares y con otras piezas.—Cálculo de la sección.—Organización de las correas como vigas Gerber: posición de las articulaciones.—Contra-pares; escuadría y situación.—Ristreles.—Riostras de contraviento.—Acción del viento sobre los tendidos y formación de la estereestructura para contrarrestarla.—Huecos en los tendidos: linternas, tragaluces y buhardas.—Construcción de las buhardas de capachina.—Tipos diversos de buhardas: rampante, combada, a la capuchina, de perro sentado.

LECCION 70.

CUBIERTAS CON FALDONES.—Dificultades que nacen de la presencia de éstos: inclinación de los mismos.—Organización de los faltones rectos: elementos que integran su entramado.—Disposición del enrayado: aguilones y cuadrantes.—Determinación de las longitudes y de los ensambles de los pares de limatesa y de los cuadrantes.—Faldones oblicuos.—Faldones quebrantados.

CUBIERTAS DE PABELLÓN.— Diversas formas de las mismas.—Construcción de las armaduras con nabo.—Defecto de las armaduras con jabalcones.—Pabellones de gran amplitud: ejemplos del *Cirque d'Hiwer* en París y del antiguo teatro de Maguncia.—Pabellones de entramado periférico: sistema de la cúpula Schwedler.

LECCION 71.

AGUJAS O FLECHAS.—Acción del viento sobre las mismas; determinación de su seguridad al vuelco.—Disposición general de las agujas durante la Edad Media; defectos que se le atribuyen.—Reglas de Moller: aplicación de las mismas a la flecha de la iglesia de Friedrichsdorf.—Agujas Otzen.—Cálculo de las flechas cuadradas y octogonales; reducción a un entramado plano; artificio de Cramer.—Agujas sobre pabellones.—Agujas elevadas sobre las cubiertas de los crueros; flecha de Ntra. Sra. de París y modificaciones introducidas por Viollet-le-Duc al reconstruirla.—Precauciones adoptadas para evitar su ruina.—Flecha de la catedral de Amiens.—Flechas cónicas.

## LECCION 72.

CÚPULAS DE MADERA.—Cúpulas apoyadas sobre bóvedas de fábrica; misión que desempeñan.—Cúpulas protectoras de tradición oriental.—Cúpulas dobles; la Sakhra de Jerusalén.—Entramados con pares Emy y zuncho de l'Orme; cúpulas de entramado independiente de la bóveda interior; ejemplo de los Inválidos y del museo provincial de Hannover.—Cúpulas de cerchas falseiformes; palacio de la exposición de Lübeck.—Cúpulas de entramado periférico; proyecto de Moller para la de la iglesia católica de Dermstadt.—Cúpula de Schwedler de la mezquita de Wünsdorf.—Aplicación de los sistemas Helzer y Zollinger.

## LECCION 73.

ARMADURAS METÁLICAS PARA CUBIERTAS.—Formas más corrientes de los cuchillos; tipos franceses, ingleses, belgas y alemanes.—Cálculo de estos entramados planos; reglas prácticas de Kersten.—Condiciones de apoyo.—Determinación de las reacciones y de las tensiones y escuadrías de las barras.—Cálculo y disposición de los nudos según sean articulados o rígidos.—Cálculo y disposición de las robladuras.—Cuchillos para cobertizos y marquesinas.—Cubiertas de andenes.—Cuchillos *sheds* o en diente de sierra.—Cuchillos de pares parabólicos.—Cuchillos falseiformes con tirante y sin él.—Cubiertas de entramado periférico; cálculo de las mismas según Foepol.—Cubiertas reticuladas Junker.

## LECCION 74.

ARMADURAS DE GRAN AMPLITUD.—Dificultades que entraña el empleo de las formas antedichas.—Introducción de los arcos metálicos; primeros ejemplos de arcos de gran luz atirantados.—Armaduras Dion; estudio de las estructuras empotradas.—Arcos de dos y de tres articulaciones; cálculo de estas estructuras.—Organización de los apoyos y de las articulaciones.—Cuchillos de la galería de Máquinas de 1889.—Arcos de tres articulaciones con tirantes; armaduras de la estación de Pensilvania en Jersey City.—Cerchas de la estación de Filadelfia.—Arcos de cuatro articulaciones.—Armaduras de varias naves: estación de Leipzig.—Estructuras en pórtico.—Hangares para dirigibles, zeppelines y aeroplanos; hangares de entramado suspendido.

## LECCION 75.

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LOS TENDIDOS METÁLICOS.—Distancia entre cuchillos.—Montaje de los mismos.—Correas de madera y de hierro.—Ensamble de las mismas con los pares.—Cálculo de las correas de perfiles usuales; empleo del círculo de Land y de las tablas de Meyerhof para los perfiles Z.—Organización de las correas como vigas Gerber; empalmes de dilatación.—Cambios o contrapares de madera y de hierro; cálculo de su escuadría; unión de los mismos a las correas.—Enlisionado, entablado y forjado en fábrica.—Arriostramiento de las cubiertas metálicas; disposición corriente de las riostras de contraviento.—Cubiertas de chapa ondulada con tirante: cálculo y pormenores constructivos.—Cubiertas Wüsthube.

PABELLONES Y TORRES METÁLICAS.—Pabellones de cuchillos planos; Pabellones de entramado periférico; cálculo del anillo de apoyo; condiciones de enlace con la fábrica inferior según Müller-Breslau.— Flecha y pabellón metálicos de la iglesia luterana de Wiesbaden.

CÚPULAS METÁLICAS.—Primeras tentativas en la *Halle aux blés* y en la Biblioteca Nacional de París.—Cúpulas de la Val-de-Grâce y de San Agustín de dicha capital.—Cúpulas de cerchas planas; ejemplos de Lyon y de Frankfurt.—Cúpulas de Schwedler; hipótesis en que se basa el cálculo de las mismas; ejemplos de la catedral de Berlín y del Circo Olímpico de Barcelona.—Cúpulas reticuladas.—Cúpulas de Zimmermann, de Schlink y de Hertwig.—Cúpulas peraltadas con grandes linternas; tipo del Palacio de Justicia de Munich.—Cúpulas de meridianos y paralelos.

## VII LECCION 77.

ENTRAMADOS DE CUBIERTA DE HORMIGÓN ARMADO.—Vigas y cerchas trianguladas; vigas Vierendeel.—Cuchillos jabalconados rígidos; mansardas y entramados de par de ~~par~~ resueltas como estructuras en pórtico; organización de los ángulos.—Nueva cubierta de la catedral de Reims.—Sheds y marquesinas; andenes.—Estructuras de cubiertas de grandes naves.—Cubiertas Kölb.—Arcos empotrados y articulados; escacia de las articulaciones de plomo.—Armaduras del mercado de Breslau, de la estación de Karlsruhe y de la Exposición de construcción de Leipzig.—Hangares para zeppelines.—Armaduras de varias naves.—Cubiertas ligeras sistema Zeiss-Dywidag.

## VIII LECCION 78.

MUROS.—Clasificación por el oficio que desempeñen.

MUROS DE CERCA O DE CERRAMIENTO.—Muros aislados; acción del viento.—Perfil equilibrado.—Regla de Rondelet.—Parabalas.—Muros de recinto.—Determinación gráfica del espesor según Rondelet.—Muros con pilastras.—Protección contra la acción atmosférica; zócalos y albardillas.—Cercas con montantes metálicos.—Cercas de hormigón armado.—Observaciones acerca del empotramiento en el terreno.—Empleo de tablas armadas.—Huecos en las paredes de cerca.

## LECCION 79.

MUROS DE EDIFICIO.—Clasificación de los mismos.

MUROS DE SÓTANO.—Acciones mecánicas y químicas que obran sobre ellos.—Determinación del espesor y construcción de los mismos.—Ensanchamiento por retallos.—Armaduras de repartición de presiones.—Defensa de los sótanos contra las resudaciones, eflorescencias e infiltraciones; cámaras de aire; intermedios impermeables; colmatación y revestimiento de los paramentos.—Contrarresto de la subpresión; placas armadas y bóvedas invertidas.—Iluminación y ventilación de los sótanos y semisótanos; lumbreras y tragaluces.—Disposición inglesa o en salto de lobo.—Caso de sótanos superpuestos.

## LECCION 80.\*

MUROS DE FACHADA.—Replanteo y construcción de sus cimien-  
tos.—Zócalo o basamento; molduraje adecuado y asiento de sus  
sillares.—Cuerpo central de la fachada; disposición de los retallos  
e impostas.—Fábricas empleadas en las fachadas.—Puntos de vista  
prácticos para fijar los gruesos de estos muros.—Reglas empíricas  
de Rondelet y de Redtenbacher.—Exigencias estáticas y de salu-  
bridad.—Muros huecos; muros de placas o bloques de hormigón;  
sus ventajas.—Determinación del rendimiento térmico de una pa-  
red.—Muros rellenos y muros colados.—Refuerzos en las fachadas:  
contrafuertes y cadenas.—Cornisa; formas de la misma en las  
diferentes arquitecturas.—Construcción de cornisas de sillera y  
de ladrillo.—Despiezo y ejecución de frontones y hastiales.

## LECCION 81.\*

HUECOS EN LOS MUROS DE FACHADA.—Puertas; forma general y  
nomenclatura de sus diversas partes.—Construcción del jambaje.  
—Umbral.—Dinteles de piedra y de ladrillo; arcos de descarga.—Car-  
Arcos; armaduras en los dinteles despiezados.—Capialzados.—Car-  
gaderos de madera, metálicos y de hormigón armado; observa-  
ciones respecto al cálculo de los mismos.—Ventanas; antepechos  
y peanas; apoyo de las jambas.—Balcones, bow-windows y mi-  
radores; disposición de las repisas de piedra y forjadas; ménsulas  
y cartelas.—Voladizos de hormigón armado.—Subdivisión de los  
huecos; vanos con montante y ajimeces.

## LECCION 82.\*

PAREDES DE SEPARACIÓN DE PREDIOS.—Observaciones relativas al  
derribo y a la reconstrucción de un muro medianero.—Recalzos;  
métodos seguidos en las fundaciones de rascacielos en Norteamérica.  
MUROS DE TRAVIESA O CARGA.—Espesores corrientes.—Regla em-  
pírica de Rondelet.—Precauciones durante la construcción.—Hue-  
cos y rozas en los muros de carga.—Apoyo de los envigados.—  
Paredes de hormigón armado.

TABIQUES.—Tabiques de tablas de madera, de yeso o de cemen-  
to.—Tabiques de panderete.—Tabiques armados: sistemas Monier,  
Rabitz, Prüss y sus variantes.—Tabiques de red metálica Stauss  
y de metal desplegado.—Tabiques diáfanos.

## XVI LECCION 83.\*

CHIMENEAS.—Principios que rigen el tiro en las mismas.—Si-  
tuación de las chimeneas en las viviendas; inconvenientes de los  
conductos comunes a varios pisos; limpieza de los troncos.—Chi-  
meneas de ladrillo; forma y dimensiones; ejecución de chimeneas  
aisladas, adosadas y empotradas; ladrillos aplanillados; vagones  
de arcilla cocida.—Troncos de chimenea y coronamiento de los  
mismos; mitrones o caperuzas.—Chimeneas de fábricas; estudic  
de su estabilidad; indicaciones acerca de la construcción de las de  
ladrillo.—Chimeneas de hormigón armado; ventajas de las mis-  
mas.—Oscilaciones de las chimeneas.



## LECCION 88.\*

APOYOS AISLADOS QUE RECIBEN ARCOS.—Condición de estabilidad.—Columnas del palacio de Diocleciano en Spalato.—Columnas de las basílicas latinas.—Columnas bizantinas.—Columnas románicas.—Pilares en las iglesias románicas abovedadas: formas y aparejos.—Variaciones que experimentan los apoyos intermedios durante el período gótico; columnas reforzadas de Ntra. Sra. de París y de la catedral de Laon.—Columnas típicas de los siglos XIII y XIV; ejemplos de Reims y de St. Urbain de Troyes.—Pilares en el período de decadencia.—Despiece y construcción de los apoyos góticos.—Desplomes sufridos por los mismos y medios puestos en práctica para corregirlos.

## LECCION 89.\*

APOYOS AISLADOS DE MADERA.—Cálculo de su resistencia.—Maderas más convenientes.—Pies derechos que sostienen jácenas; organización del apoyo de éstas en aquéllos; enlace directo y con sopandas y jabalcones.—Pies derechos compuestos.—Pies derechos armados.—Capiteles de hierro fundido.—Terminación inferior del pie derecho: basas de piedra, de fundición y de hierro laminado.—Pies derechos superpuestos.—Pies derechos que atraviesan varios pisos; apoyos de los envigados.

## LECCION 90.\*

APOYOS AISLADOS DE FUNDICIÓN.—Cálculo al pandeo de los apoyos metálicos; ideas de Vierendeel sobre la legitimidad de la fórmula de Euler.—Método gráfico de Vianello.—Columnas de fundición huecas.—Construcción y cálculo de sus fustes.—Formas de la base; disposición en ella de rótulas o articulaciones.—Pernos de anclaje.—Organización del capitel; apoyo de jácenas y bóvedas.—Colocación en obra de las columnas de hierro colado.—Columnas superpuestas a través de suelos.—Unión de varias columnas; ejemplo de la Opera de París.—Inconvenientes de los apoyos de fundición.

## LECCION 91.\*

APOYOS AISLADOS DE HIERRO LAMINADO.—Secciones corrientes.—Cálculo de pies derechos de hierro laminado compuesto, bajo cargas centradas o excéntricas.—Basas y capiteles; unión de la placa de apoyo al fuste; disposiciones viciosas y modo de corregirlas.—Articulaciones y anclajes.—Apoyos continuos a través de varios pisos; enlace de las maestras a los pies derechos.—Comportamiento de dichos apoyos en caso de incendio; revestimientos refractarios usados en Norteamérica.

APOYOS AISLADOS DE HORMIGÓN ARMADO.—Organización general de las armaduras.—Cálculo de las secciones por compresión o por pandeo, debidos a cargas centradas.—Columnas sometidas a cargas excentricas; método de Mohr.—Tablas de Wisselink y de Kunze.—Disposición de los cercos o ligaduras.—Formación de la base.—Armaduras de los puentes que atraviesan suelos.—Columnas de hormigón zunchado; condiciones requeridas para la eficacia del zuncho. — Montaje de la armadura. — Fundición zunchada.—Refuerzo de pies derechos de hierro laminado.—Columnas de hormigón centrifugado.

ordene = J. B. A.

XIV LECCION 93.

ESCALERAS.—Objeto, disposición general de las mismas y formas de su planta.—Fórmulas para el proyecto de escaleras.  
 ESCALERAS DE PIEDRA.—Escaleras colgadas.—Escaleras apoyadas sobre bóvedas; construcción de escaleras sobre bóvedas tabicadas.—Escaleras con zancas; ejemplo del Palacio de Versailles.—Rellanos o descansillos.—Escalinatas; fundación de las mismas; unión de los escalones.—Escaleras helicoidales con nabo y con ojo; diferentes tipos de peldaños.—Colocación en obra de los peldaños de sillera, macizos o huecos, de ladrillo y de piedra artificial.—Modificaciones que implica la instalación de un ascensor en el ojo de la escalera.

ESCALERAS DE MADERA.—Tipos de escaleras empleados en las obras; chapera y escalera de mano.—Escalera de molinero.—Tipos propios de edificios; escaleras con almas y escaleras con zancas.—Zancas a la inglesa o de cremallera.—Falsas zancas.—Organización de los descansos y de los rellanos; sistema de báusula y palanca.—Pilarotes; su enlace con las zancas; cubillo.—Compensación de escaleras curvas.—Barandas y pasamanos.—Peldaños de arranque.

LECCION 95.

ESCALERAS DE HIERRO.—Escaleras de fundición.—Escaleras de fierros laminados; cálculo de las zancas.—Ensamblés en los rellanos.—Escaleras de piedra sobre entramado metálico.—Barandillas.—Escaleras helicoidales.  
 ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO.—Ventajas de las mismas.—Escaleras colgadas.—Escaleras sobre losas planas y alabeadas.—Escaleras voladizas.—Escaleras con zancas.

ANDAMIOS.—Servicios que prestan y condiciones que deben llenar.  
Formas adoptadas en épocas pretéritas: andamios de los constructores romanos y medievales; sistema usado en la torre del castillo de Coucy.—Andamios simples o de albañil: organización general de los mismos.—Andamios de borriquetas.—Andamios de bácia.—Andamios fijos o de pie sin ensambladuras.—Andamios fijos ensamblados; contraviento de la andamiada.—Andamios de quita y pon.—Andamios rápidos.—Andamios cubiertos de los países cálidos.

LECCION 97.

ANDAMIOS SUSPENDIDOS. — Andamios volantes típicos de Barcelona.—Andamios de barquilla y de sillín.—Sistema adoptado en Norteamérica.—Andamios suspendidos rígidos.—Andamios de palomillas.—Andamios corredizos: el *carrivolo* de Zabaglia.—Descripción del andamio ideado por Albertini para restaurar la bóveda de la nave de la Basílica Vaticana.—Andamios rodantes para el montaje de grandes cerchas.—Andamios giratorios; indicaciones acerca del empleo en la restauración de la cúpula del Panteón.

LECCION 98.

TRABAJOS DE CONSOLIDACIÓN. — Refuerzo de fundaciones insuficientes.—Asientos desiguales de la base y lesiones que provocan en muros y bóvedas; fractura parabólica. — Recalzos con pilotajes Wolfsholz. — Muros de sostenimiento de tierra; acción nociva de las aguas infiltradas.—Refuerzo con contrafuertes y con arcos invertidos.—Macizos de contrarresto.—Bóvedas; causas de rotura.—Robustecimiento con encadenados, anclajes y zunchos.—Encadenados al fuego.—Inyecciones con el cañón lanza-cemento.—Muros de edificios: atirantados.—Encadenado de consolidación del arco de Orange.—Enderezado de chimeneas.—Fenómenos sísmicos; efectos de los terremotos en las construcciones y providencias contra los mismos.—Fenómenos de resonancia.

LECCION 99.

APEO DE CONSTRUCCIONES.—Causas que pueden motivarlo.—Estudio previo de la construcción lesionada; desplomes y grietas.—Condición de neutralidad de los órganos de apeo.—Apuntalamientos; aplicación a un terraplén.—Apuntalamiento de muros desplomados; colocación de los puntales.—Acodalamiento de medianerías.—Apeo de asnilla; asnillas de esquina; acodalamiento de aberturas.

**APEOS**.—Apeo de suelcos.—Procedimientos seguidos según su estructura.—Empleo de velas o pies derechos y caballetes.—Apeo de arcos y bóvedas; aplicación de las cimbras.—Apeo de columnas y pilares que sostienen arcos y bóvedas.—Ejemplos citados por Viollet-le-Duc.—Apeo del palacio ducal de Venecia.—Precauciones al desarmar los apeos.—Madera empleada en los mismos.—Apeo, elevación y traslado de edificios enteros.

**TEJADOS**.—Calidades y defectos de la arcilla cocida como material de cubierta.—Tejas griegas o romanas; variante empleada en Italia.—Tejas planas; tejados con listones cubrejuntas, doble y de corona.—Solución de los aleros, limas y hastiales.—Tejas lomudas o árabes; tejados a teja vana y a torta y lomo; ventajitas e inconvenientes.—Tejas flamencas.—Tejas mecánicas de encaje; tejas mar-sellesas.—Tejas especiales de caballete y para ventilación e iluminación de los sotabancos.

Cubierta de chillas o bardas.—Cubiertas de paja y de cañas con limo.

**MATERIALES DE CUBIERTA**.—Circunstancias que deben influir en la elección de material.

**CUBIERTAS DE PIEDRA**.—Cubierta de mármol del templo de Némesis.—Enlosados en las basílicas de la Siria central.—Cubierta del Duomo de Sebenico.—Enlosados de las iglesias medievales francesas.—Cubierta de la torre de la Abadía de las Damas en Saintes.—Cubierta de la columnata del tambor de Santa Genoveva de París.

**CUBIERTAS DE PIZARRA**.— Condiciones de la pizarra tegular.— Formas de las placas o chantos.—Colocación de las mismas por el sistema inglés doble: clavazón y corchetes.—Colocación de las pizarras por el sistema alemán; organización del caballete, del alero, de los hastiales y de las limas.—Método francés.—Ganchos para reparaciones.—Paranieves.

**CUBIERTAS DE CARTÓN CUERO**.—Clavazón descubierta.—Clavazón sobre cabios triangulares.—Cubierta doble.—Ruberoide y otros carbonos bituminosos.

**CUBIERTAS DE CEMENTO HAUSLER**.—Bordillos de alero.

**CUBIERTAS DE PLACAS DE CEMENTO**.—Eternit.—Uralita.

**CUBIERTAS DE VIDRIO**.—Tejas de vidrio.—Claraboyas de placas de vidrio fundido; organización del entramado.—Colocación de las placas con masilla o sin ella.—Canales para recoger el agua de condensación.—Baldosas de cristal.—Placas Luxfer.

**CUBIERTAS DE HORMIGÓN ARMADO**.—Empleo del hormigón de pomez recubierto.—Patente Zomak.

LECCION 104.

AZOTEAS O TERRADOS.—Condiciones que deben llenar.—Ejemplos de algunas arquitecturas antiguas.—Terrazas de los palacios, peristilos.—Disposiciones de uso frecuente en algunas comarcas españolas.—Inconvenientes principales de estas cubiertas y medios propuestos para atenuarlos.—Azoteas de tableros sobre tabiquillos.—Azoteas de cemento con juntas de dilatación.—Azoteas de asfalto.—Azoteas de hormigón armado; juntas de libre dilatación.—Condiciones de impermeabilidad.

LECCION 105.

CUBIERTAS METÁLICAS.—Cubiertas de zinc.—Calidades y defectos de este metal en orden a su aplicación a las cubiertas.—Colocación de las planchas de zinc por el método belga.—Solución de los puntos singulares.—Tejas o chantos de zinc.—Plancha ondulada.—Pintura de estas cubiertas.  
CUBIERTAS DE PLOMO.—Causas de su destrucción.—Ventajas e inconvenientes que ofrecen.—Obtención de las planchas; disposiciones adoptadas para colocarlas; cubierta de la catedral de París.—Aplicación del plomo a las azoteas.—Empleo del mismo en pináculos y chapiteles.

LECCION 106.

CUBIERTAS DE PALASTRO.—Grave inconveniente que ofrece este metal y medios puestos en práctica para evitarlo.—Colocación en obra de la plancha de palastro ondulada; sujeción a las correas.—Solución de los puntos singulares.—Empleo de las planchas Knutson.  
CUBIERTAS DE CORRE.—Condiciones que reúne el metal para las cubiertas.—Colocación en obra.  
DESAGÜE DE LAS CUBIERTAS.—Canales apoyadas en el alero; colgadas del mismo y apoyadas en la cornisa.—Bajantes de zinc y de hierro fundido.—Cálculo de la sección de canales y tubos de bajada.

X / LECCION 107.

REVOQUES Y ENLUCIDOS.—Jaharrado; preparación de las superficies que han de recibirlo.—Enfoscado, revoque y enlucido de mortero de cal.—Terranova.—Guarnecido de yeso; enlucido del mismo.—Revoques sobre paredes viejas.—Revoques sobre madera y hierro.—Revoques hidrófugos.—Fluatación.  
CIELO-RASOS.—Cielo-raso de yeso sobre cañizo.—Sucedáneos del cañizo: metal desplegado, tejido Bacula, red Stauss.—Formación de molduras y adornos.—Cielo-rasos Staff; sus ventajas.

LECCION 108.

Estucos.—Antigüedad de su empleo; con lustre y mates; preparación del lienzo y ejecución del revestido.—Grafto o esgrafiado.—Influencia de la humedad del ambiente y del muro.—Estucos a base de yeso.—Empleo de escayola; apomazado y pulimento.  
APLACADOS DE MÁRMOL.—Procedimientos de colocación indicados por Serlio.—Incrustaciones.

REVESTIMIENTO DE AZULEROS.—Losetas vidriadas caldeas y asirias.—Frisos persas.—Alizares y alicatados.—Azulejos; colocación de los mismos.—Mayólicas.—Mosaico veneciano.

LECCION 109.

PAVIMENTOS.—Rozamientos, presiones y choques que actúan sobre ellos.—Preparación del área que ha de recibirlos; descripción de Vitruvio; métodos hodiernos.—Enlosados.—Embaldosados de arcilla cocida; ejemplos medievales.—Embaldosados de ladrillo y de rasilla; colocación de las piezas.—Baldosas de alfarero.—Mosaico Nolla; colocación. — Baldosas de cemento comprimido. — Pavimentos de mármol; colocación de las losas.—Pavimentos monolíticos; pavimentos de portland y de asfalto.—Asfalto armado.—Chapas de yeso; fluatación y adición de alumbre.—Linóleo.—Xilolita.—Mosaico romano; *opus tessellatum* y sus derivados.—Colocación, apisonado y apomazado de los mosaicos.

X  
LECCION 110.

REVESTIMIENTOS DE MADERA.—Entarimados; condiciones de las tablas en ellos empleadas.—Entarimado de tablas al tope.—Entarimados de tablas engargoladas o machiembradas.—Parquets; sistemas de la francesa y a punto de Hungría.—Entarimados de cuarterones y de taracea.—Entarimados sobre asfalto.—Arrimadillos.—Artesonados y alfarjes.



2.3.3.1.3. ÍNDEX TEMÀTIC COMÚ (I T C), PROGRAMA DE L'ETAPA 1, (UAE 3).

3.5, BASSMU 1, PROGRAMA DE BASSEGODA I MUSTÉ 1.

TEMA Nº	BASSMU1 llicó	TOTAL LLIÇONS	OBSERV.
A, TEMES PROPIS DE LA C.A,			
1, GRLTS	(1)	(1)	- - -
2,1, FABR	(1)-10	(11)	- - -
2,2, UNIONS	NO	-	INEXISTENT, (Dissolt en cada tema,)
3, TERRS	11-15	5	- - -
4,1, FONAM	(16) i 20-39	(21)	Inclou terrenys que estudiem en el tema 4,2,
4,2, TRRNYS	(16)-19	(4)	SUBSIDIARI de FONAM,
5,1, MURS	78-82	5	- - -
5,2, ID, SOSTN	84	1	Autònom
6, SOSTR	40-46	7	- - -
7,1, VOLT	47-63	17	- - -
7,2, ARCS,	NO	-	INEXISTENT,
7,3, PLAQUES	(54)	(1)	DISSOLT en el tema de Voltes,
8,1, COBstr	64-77	14	Independent,
8,2, COBrev	101-106	6	Independent,
9, NTR, vrt	85	1	Inclou quelcom d'ESTR, PORT,
10,1, P, DRTS	87-92	6	- - -

TEMA Nº	BASSMUI, lliçó	TOTAL LLIÇONS.	OBSERV.
10,2, 'STR PORT	86	1	---
11, REVST	107-108	2	Barrejada amb PAVIM.
12, PAVIM	(109)-(110)	(2)	Barrejada amb REVEST.
13, SCALES	93-95	3	---
14, 1, TNC, EXT	NO	-	INEXISTENT.
14, 2, FAÇANS	SUBSIDIARI	-	SUBSIDIARI.
14, 3, FORANS	NO	-	INEXISTENT.
14, 4, M, CORT.	NO	-	INEXISTENT.
15, 1, ENVANS,	(82)	(1)	Al final de MURS.
15, 2, FUST INT	NO	-	INEXISTENT.
16, SRLL	NO	-	INEXISTENT, (Solament baranes d'Escales.)
17, FUMS	83	1	Tema molt proper a les ESTRUCTURES.
18, INSTAL, L	NO	-	INEXISTENT.
19, M/AUX (XINDRIS),	96-97	2	---
20, OFICIS	NO	-	INEXISTENT.

B. TEMES COMPLEMENTARIS.

TC, 1, CONSOLID	(82)+98	(2)	98 sencera recalços.
TC, 2, PATOLOG	(99)	(1)	---
TC, 3, ENDERROCS	(82)	(1)	---
TC, 4, ESTINTOLAMENTS	99	1	---
TC, 5, PR, EXEC+ORG.	NO	-	INEXISTENT.





1957

ESCUELA SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA  
DE BARCELONA



CURSO DE  
TECNOLOGIA DE LA  
EDIFICACION  
PROGRAMA

ESCUELA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
DE BARCELONA - Curso de  
TECNOLOGIA DE LA EDIFICACION

PROGRAMA

LECCIÓN 1

GENERALIDADES

Tecnología en general. — Tecnología arquitectónica. — Definición. — Concepto y carácter de su estudio en relación con el ejercicio de la profesión. — Tecnografía. — Tecnicismo. — Terminología. — Tecnología del arquitecto. — Tecnología de los oficios. — Tecnología de la organización y régimen de las obras.

## LECCIÓN 2

## TECNOLOGÍA DE ARQUITECTO

PRACTICA PROFESIONAL Y SUS  
SOLUCIONES TÉCNICAS  
Y PERICIALES

## LEVANTAMIENTO DE PLANOS

Levantamiento de planos de terrenos. —  
Levantamiento de planos de solares. —  
Levantamiento de planos de edificios. —  
Levantamiento de planos de términos mu-  
nicipales. — Condiciones que deben reunir  
los trabajos topográficos. — Medición de  
terrenos. — Medición de solares. — Medi-  
ción de edificios. — Certificación corres-  
pondiente.

Montes. — Cultivos. — Cubicación de  
troncos. — Cubicación mercantil.

Aforos.

## LECCIÓN 3

## DESLINDE

## AMOJONAMIENTO.

Deslinde entre particulares. — Deslinde  
particular o por convenio. — Deslinde ju-  
dicial. — Deslinde para establecer los tér-  
minos de propiedad. — Deslinde para  
restablecerlos. — Normas a seguir en cada  
caso, ya se trate de terrenos o de solares.  
— Certificación.

Deslindes oficiales. — Deslinde de tér-  
minos municipales. — Deslinde de propie-  
dades adyacentes a la vía pública, carrete-  
ras, caminos, etc.

Deslinde de edificios, ferrocarriles, mon-  
tes públicos, etc.

Amojonamiento: condiciones que debe  
reunir.

Responsabilidad por mutación de mo-  
jones.

## LECCIÓN 4

DIVISIÓN DE TERRENOS  
DIVISIÓN DE SOLARES

Su importación y normas generales pa-  
ra el planteamiento y resolución del pro-  
blema. — Permutas. — Regularización de  
solares.

## LECCIÓN 5

## TASACIONES

Concepto de riqueza. — Utilidad y va-  
lor. — Valor en uso, en cambio, genérico y  
de afección.

Oferta, demanda. — Precio.

Valor real, en renta y en venta.

Factores de la producción: Naturaleza.  
— Capital. — Trabajo. — Su retribución.  
Retribución de los factores de la pro-  
ducción.

Renta de la tierra.

Retribución del capital. — División de  
capitales.

Retribución del trabajo.

Valor de la tierra. — Su fundamento.

La tierra. — Industria agrícola. — Sus  
sistemas.

Valoración de fincas rústicas. — Condi-  
ciones y circunstancias que influyen en el  
valor de las fincas rústicas.

Clasificación de los terrenos.

Trabajo pericial. — Documentos que  
comprende. — Valoración. — Métodos em-  
píricos y analíticos. — Valoración empí-  
rica directa. — Id. indirecta.

Valoración analítica en explotación di-  
recta. — Por cuenta de productos y gastos.  
— Por determinación del activo y pasivo.

Capitalización de la renta líquida en los  
diversos casos. — Adiciones y sustraccio-  
nes de capitales.

Valoración analítica en arrendamiento.

Valoración analítica en apariencia.

## LECCIÓN 6

Tasación de solares. — Concepto de su

valor. — Circunstancias que influyen en el mismo. — Determinación del valor de un solar, por su productividad. — Certificación.

*Tasación de edificios.* — Valor real o intrínseco. — Valor en renta, en venta, convencional y de porvenir. — Justiprecio.

*Valoración analítica directa.* — Determinación del valor intrínseco. — Valor de la construcción en un momento determinado de su vida.

Determinación del valor en renta de un inmueble.

Determinación del valor en venta.

*Valoración rápida o estimación de edificios.* — Caracteres de semejanza.

*Certificación.*

#### LECCIÓN 7

*Consideraciones acerca de las tasaciones según el fin que las motiva.* — Tasación de alquileres. — Tasación de hacienda.—

Tasación de derechos reales. — Valoración de un usufructo. — Id. de un censo reservativo. — Id. de un censo enfiteúatico. — Valoración de una hipoteca.

Tasación de impuestos de derechos reales y transmisiones de dominio.

Valoración en caso de expropiación forzosa.

Valoración en caso de expropiación parcial.

Indemnizaciones por perjuicios derivados en caso de expropiación forzosa.

Tasación de desperfectos. — Daño directo y derivado. — Operación para determinarlos.

Caso de incendio. — Determinación de la indemnización por las compañías de seguros.

#### LECCIÓN 8

##### PRÁCTICA DE RECONOCIMIENTO DE CONSTRUCCIONES

Reconocimiento del estado de solidez de un edificio.

*Estado de ruina.* — Sus períodos y características. — Causas originarias de la ruina inherentes a la conservación. — Causas originarias de la ruina ajenas a la construcción.

*Manifestación del estado de ruina.* — Clasificación de las señales de ruina. — Causas que denotan y comprobación de las mismas.

*Medidas de previsión.* — Diversas clases de apeos según el fin que los motiva. — Condiciones generales de todo apeo.

*Certificación.*

#### LECCIÓN 9

*Reconocimiento de las construcciones.* — Humedad en las mismas.

Causas que pueden originarlas: humedad del suelo, humedad por la lluvia, humedad del ambiente.

Humedades producidas por los instalaciones.

Efectos producidos.

Medios de prevenirlos y evitarlos en cada caso.

Desecación artificial de las construcciones.

*Certificación.*

#### LECCIÓN 10

##### EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Intervención del arquitecto.

*El fuego:* su acción en las personas y las cosas.

*Causas de incendios.* — Casos fortuitos. — Imprudencias y negligencias.

*Medios preventivos.* — Organización del cuerpo de bomberos.

#### LECCIÓN 11

*Material de salvamento.*

*Material de extinción.*

*Material de transporte.*

*Organización del servicio de bomberos.*

#### LECCIÓN 12

*Práctica de extinción de incendios. — Principios generales.*

*Extinción por agua.*

*Extinción por productos químicos.*

*Primeros socorros.*

*Principios generales de extinción en los distintos casos. — Id. de los grandes edificios.*

#### LECCIÓN 13

*Construcción protegida contra el fuego. — Protección contra el fuego en edificios nuevos y en edificios defectuosos.*

*Clasificación del peligro o exposición al fuego. — Resistencia al fuego. — Tipos de resistencia de los materiales. — Materiales resistentes al fuego.*

*Clasificación de los sistemas de construcción por su resistencia.*

*Prescripciones de defensa contra el peligro externo.*

*Medios de defensa contra el peligro interno por la distribución general.*

*Protección contra el fuego mediante selección de materiales y detalles menores. — Protección de aberturas, etc.*

*Elementos de salvamento: Escaleras, instalaciones avisadoras y regadores automáticos.*

#### LECCIÓN 14

##### CONCEPTO GENERAL DEL PROYECTO

*Partes de que consta*

*Parte gráfica. — Croquis. — Anteproyecto. — Proyecto completo. — Planos de detalle. — Plano de obra. — Memorias de los oficios. — Formas de presentación. — Muestras y modelos.*

#### LECCIÓN 15

*Parte documental del proyecto.*

*Programa: importancia y necesidad del*

*mismo. — Puntos que debe comprender en los diversos casos.*

*Memoria: su objeto. — Condiciones que debe reunir y partes en que puede dividirse.*

#### LECCIÓN 16

*Pliego de condiciones.*

*Necesidad del mismo.*

*Puntos que deben ser estudiados. —*

*a) Condiciones legales. — b) Régimen de las obras. — c) Condiciones facultativas. — d) Condiciones económicas.*

*Pliego de condiciones generales.*

*Pliego de condiciones particulares.*

#### LECCIÓN 17

*Presupuesto.*

*Clases de presupuestos.*

*Factores que deben tenerse en cuenta en cada uno de ellos.*

*Cantidad de obra. — Unidad de medida. — Precio de la unidad.*

*Circunstancias que influyen en la fijación de su valor.*

#### LECCIÓN 18

*Presupuesto valorativo detallado.*

*Elementos que lo forman.*

*Condiciones que debe reunir.*

*Estados de mediciones.*

*Estados de precios. — Cuadros que comprende. — Determinación del precio de la unidad de medida.*

*Estado de aplicación de precios.*

*Formas de presentarse el presupuesto en obras particulares y públicas.*

#### LECCIÓN 19

##### RÉGIMEN DE LAS OBRAS EN GENERAL

*Ventajas e inconvenientes de diferentes sistemas de organización de los trabajos.*

*Forma de organización de los contratos.*

*— Documentos del contrato.*

*Personal auxiliar.*

*Marcha y vigilancia de las obras.*

*Liquidación de las obras y mejoras.*

Recepción de las obras y liquidación definitiva.

## LECCIÓN 20

## TECNOLOGÍA DE LOS OFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN

DESMONTISTA  
MOVIMIENTO DE TIERRAS

*Trabajos que comprende.*

Operarios.

Útiles, herramientas y máquinas. Trabajos de replanteo.

Reconocimiento, sondeo y movimiento de tierras.

Útiles para el transporte y elevación de tierras.

Aparatos de desagüe.

*Ejecución de las obras.*

Desmante.

Terraplén.

Vaciados y apertura de zanjas.

## LECCIÓN 21

*Organización de la carga y transporte según los sistemas empleados.*

Cálculo del precio en cada caso.

Trabajos complementarios.

Condiciones para su contratación.

Formas de ajuste y medición de las obras.

## LECCIÓN 22

## POCERO

*Oficio del pocero.*

Ejecución de las obras a cielo abierto.

Ejecución de las obras en pozo y en mina o galería.

Forma de adjudicación y medición de las obras.

Condiciones para su contratación.

## LECCIÓN 23

## DERRIBOS

Operarios, útiles y herramientas.

Operaciones que comprende.

Organización del trabajo.

Condiciones y forma de contratación.

## LECCIÓN 24

## OFICIO DE ALBAÑIL

Trabajo de este oficio en la construcción.

Organización del personal.

Útiles y herramientas.

## LECCIÓN 25

*Morteros:* sus clases. — Mortero de cal grasa. — Mortero de cal hidráulica. —

Mortero de cemento rápido, cemento lento. — Mortero de cal y cemento, de cal y puzulana. — Mortero de escorias.

Arenas. — Agua. — Cal.

Procedimientos de apagado.

Preparación de los morteros.

Contratación.

Condiciones facultativas para los mismos.

## LECCIÓN 26

*Ladrillos.* — Clasificación según su calidad; grado de cochura, forma y naturaleza. — Condiciones que deben reunir.

*Obras de albañilería.* — Fábricas de ladrillo. — En paredes, tabiques, cisternas, arcos y bóvedas.

Ejecución de estas obras.

Condiciones para su contratación.

## LECCIÓN 27

*Tejados.* — Materiales: su condición y su ejecución.

*Azoteas:* su ejecución.

*Forjados de techos.*

*Obras complementarias.*

## LECCIÓN 28

*Obras de revestimiento y decoración.* — Retundido y agramilado.

Revestimientos interiores de yeso. — Clases y condiciones de los mismos. — Guarnecido, blanqueo.

Estucos interiores, estucos de yeso, estucos de cal, estuco al fuego.

Revestimientos exteriores, revestimientos de cal, enfoscados, revocos, revestimiento pétreo.

Molduras y abultados.

Condiciones para la contratación.

Medición.

### LECCIÓN 29

*Medios auxiliares.* — Andamios, condiciones que deben reunir.

*Clases.* — Andamios fijos. — Andamios colgados. — Andamios volantes, andamios suspendidos, andamios giratorios, andamios transportables.

*Cimbras.* — Condiciones que deben reunir.

Elementos principales de las mismas. — Cimbras de arcos, bóvedas. — Cimbras rodantes; cimbras suspendidas. — Descimbramiento. — Sus condiciones.

### LECCIÓN 30

#### FÁBRICA DE HORMIGÓN

Organización y personal.

Útiles y herramientas.

Materiales.

Ejecución del trabajo de hormigón.

Medios auxiliares.

### LECCIÓN 31

*Hormigón armado.* — Organización y personal.

Útiles y herramientas.

Materiales.

Sistema de ejecución. — Encofrados. — Colocación y apisonado del hormigón en obra. — Juntas de hormigón. — Desencofrado.

Composición de los precios unitarios.

Condiciones para la contratación.

### LECCIÓN 32

#### CANTERÍA

Organización y personal.

Útiles y herramientas. — Máquinas para la ejecución y preparación del trabajo. — Medios auxiliares para la suspensión, elevación, transporte y colocación.

Materiales pétreos.

Recibido y enlace de las piedras.

Ejecución de las obras.

Memoria de cantería.

Plano de monte.

Labra, colocación, retundido y relabrado de paramentos.

Endurecido e impermeabilización.

Medición de las obras de cantería.

Condiciones para la contratación.

### LECCIÓN 33

#### CARPINTERÍA

Su intervención en la construcción.

*La madera.* — Cortes y trazado. — Defectos de la madera. — Desección de la madera. — Causas de su alteración.

Dimensiones de las maderas comerciales. — Marcos de hilo.

Condiciones de la madera.

### LECCIÓN 34

*Carpintería de armar.* — Organización del trabajo.

Operarios. — Útiles. — Herramientas.

Operaciones que comprende.

Entramados verticales exteriores. — Id.

interiores. — Entramados horizontales.

Armaduras.

### LECCIÓN 35

*Carpintería de taller.* — Puertas, ventanas, balcones.

Operaciones que comprende.

Arrimaderos, escaleras, entarimado.

Memoria, pliego de condiciones, medición.

### LECCIÓN 36

#### HERRERÍA

Organización y personal.

Máquinas. — Herramientas. — Cortado, repasado, perforado, taladrado, roblonado.

Materiales.

Trabajo del herrero.  
Ejecución de los trabajos.  
Memoria.  
Aplicaciones especiales.  
Montajes de las obras.  
Contratación y medición.

## LECCIÓN 37

## CERRAJERÍA

Organización y personal.  
Materiales.  
Herramientas.—Para afilar, fresar, serrar, cepillar.—Tornos.—Pulimentadores.  
Ejecución de los trabajos. — Operaciones principales. — Trabajos de terminación.  
Trabajos especiales, verjas, barandillas, balcones, ventanas. — Cierres metálicos.—Persianas.  
Herrajes. — De colgar, de cerrar y de seguridad. — Protección del hierro, contra la oxidación y contra el fuego.

## LECCIÓN 38

## OFICIO DEL MARMOLISTA

*Organización y personal.*  
Útiles, herramientas y medios auxiliares.  
Preparación mecánica.

*Materiales.* — Condiciones del mármol.

*Materiales secundarios,* gomas, betunes.

*Ejecución de las obras.* — Labra, pulimento, colocación en obra.

*Contratación y medición* de estos trabajos.

## LECCIÓN 39

## OFICIOS DE MOSAISTA

*Organización y personal.*  
Útiles y herramientas.

*Materiales.* — Clases de mosaicos. — Materiales secundarios.

*Ejecución de las obras.* — Pulimento.

## LECCIÓN 40

## PINTURA

Organización del trabajo. — Útiles. — Herramientas.  
Operarios. — Materiales. — Colores. — Líquidos. — Pinturas de esmalte.  
Ejecución de los trabajos. — Aprestos.— Operaciones que comprende. — Preparación de los colores, matiz, tono y tintes.  
Pintura al temple. — Pinturas al temple preparadas. — Id. especiales y lavables.  
Pintura al silicato.  
Pintura a la cal.  
Pintura al óleo. — Pintura al barniz.  
Medición de los trabajos de pintura.

## LECCIÓN 41

*Pinturas especiales.*  
Pintura al fresco.  
Pintura a la encáustica. — Id. estereocromía. — Id. sobre cemento.  
Imitaciones. — Imitación madera. — Id. mármol. — Id. bronce.  
Dorado al temple. — Id. al óleo.

## LECCIÓN 42

## FONTANERÍA

a) *Trabajos en plomo.*  
Características del material.  
Empleos industriales, medidas comerciales.

- 1.º Ejecución de cubiertas.
- 2.º Conducciones de agua y gas.
- 3.º Construcción de depósitos.
- 4.º Reparación de griferías.

b) *Trabajos en cinc.*  
Características del material, medidas comerciales.

- 1.º Recogida y bajadas de pluviales.  
Canalones.  
Tubos de bajada.
- 2.º Empleo como material de cubrición.  
Cubiertas.  
Remates.  
Antepechos e impostas.  
Medición de los trabajos de cinc.

