

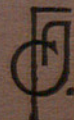


⌘ Cuadro Sinóptico de las materias que
contiene, Programa de sus lecciones é Índice gene-
ral ⌘ por el Catedrático-Ingeniero: don

FELIX CARDELLAGH

ARQUITECTO

BARCE
= LONA.
1905



3268

TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL AUTOR

que se han publicado, relacionados con las materias de este programa.

- 1899** — ARCOS FLEXIBLES Y SU RELACIÓN CON LAS VIGAS RECTAS. — Estudio publicado por la Revista Tecnológico-Industrial de la Asociación de Ingenieros.
- 1900 - 1901** — LÍNEAS DE SOMBRA PROPIA Y PLANOS TANGENTES EN LOS HELIZOIDES ALABEADOS. — Memoria inserta en la obra titulada *Teoría de las sombras*, de don A. Rovira y también en la Revista Tecnológico-Industrial, de la Asociación de Ingenieros.
- 1902** — PRINCIPIOS RACIONALES DEL DIBUJO GEOMÉTRICO. — 1.^a parte. — (Forma geométrica.) Obra inscrita con el número 25.759 en el Registro general de la Propiedad Intelectual.
- 1902** — PROGRAMA DE LAS LECCIONES DE ESTEREOTOMIA, con arreglo al R. D. de 25 de Agosto de 1901. (Agotado.)
- 1904** — ÍNDOLE Y ALCANCE DE LOS ESTUDIOS MATEMÁTICOS QUE DEBEN ENTRAR EN LA ENSEÑANZA GENERAL DEL ARQUITECTO. — Desarrollo del Tema III del Sexto Congreso Internacional de Arquitectos.
- 1904** — PRINCIPIOS RACIONALES DEL DIBUJO GEOMÉTRICO. — 2.^a parte. — (Sombras geométricas). — Obra en prensa.
- 1904** — PRINCIPIOS RACIONALES DEL DIBUJO GEOMÉTRICO. — 3.^a parte. — (Perspectiva luminar). — Obra en preparación.

ESTEREOTOMIA



R.18715

PROLOGO

Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona

ASIGNATURA DE
ESTEREOTOMIA

CUADRO SINÓPTICO DE LAS MATERIAS
QUE COMPRENDE, CON SUS APLICACIONES,
PROGRAMA DETALLADO DE LAS
LECCIONES É INDICE GENERAL. POR DON
FÉLIX CARDELLACH
INGENIERO, CATEDRÁTICO POR OPOSICIÓN DE
LA EXPRESADA ASIGNATURA Y ARQUITECTO

SEGUNDA EDICIÓN



BARCELONA * ENERO MCMV

ES PROPIEDAD DEL AUTOR

ESTEREO-

TOMIA

POR desenvolverse exclusivamente esta asignatura en formas de tres dimensiones, púdesela definir de un modo general, diciendo que es Ciencia del espacio. — Con su estudio, no solamente á los conjuntos y detalles constructivos se les aprende á dibujar con precisión, sino que se llega á resolver su equilibrio, por la deducción racional de la figura de sus elementos y solución de sus uniones, según se trate de obras pétreas ó de las realizadas con materiales elásticos en general.

Las evoluciones de esta Ciencia son debidas á su doble carácter, primeramente *práctico* y *especulativo* después: gracias al primero, va en pos del desarrollo de las construcciones, las que hoy produciendo, ya arcos en piedra de hasta noventa metros de luz, ya estructuras metálicas de casi ilimitada extensión, la dilatan de continuo el horizonte de sus problemas; y merced al segundo, se beneficia de las extraordinarias conclusiones del Cálculo, Geometría de posición y Mecánica, enriqueciéndose por momentos con más diáfanos prismas, por los que observa las cuestiones con creciente sencillez y generalidad.

Tan notable estudio de las formas constructivas, debe obligadamente ir precedido del de *su re-*

presentación, más importante, si cabe, que aquél, no solo por constituir su cimiento y dar lugar á particulares aplicaciones, sino por formar la raiz de todas las ramas de la Ingeniería y Arquitectura en general. Realmente:

Las concepciones del Ingeniero han de poderse traducir prácticamente, empleándose con tal objeto el Dibujo como único lazo, para nosotros, entre las ideas y su realización. — Ya que el Dibujo transmite la idea, debe tener por base la precisión, pues de lo contrario no respondería la realidad al sentimiento del Ingeniero. — De aquí dimana la necesidad de exponer con carácter matemático-general una Teoría de representación de los cuerpos.

Siendo usualmente el Dibujo, la finalidad de los sueños, para el Artista, no necesitará éste de aquella Teoría, mas nosotros, que precisamente comenzamos en el Dibujo los sueños, toda vez que perseguimos la realidad, nos vá á ser del todo fructuoso el conocimiento acabado de la representación de los cuerpos.

El problema técnico de la representación de una forma, tiende modernamente á abrazar el *máximum* de la realidad que es capaz de impresionar á la visión, esto es: líneas, sombra y luz, color, perspectiva luminar en general, movimiento y relieve. De estas cualidades, á excepción de la última, se aprecian casi todos sus procesos con órgano visual *simple*, y solamente en la percepción del relieve es donde juega todo su oficio el maravilloso sistema *doble* ocular; del mero hecho,

pues, de no ejercer este sistema su función completa en el examen de los dibujos planos ordinarios, claramente se desprende la pobreza de sus trazados. — A esta razón se debe la moderna fiebre por la Estereoscopia, arte que cual todas las que constituyen fiel reflejo de las sabias leyes naturales, cada día es más sorprendente por su grandeza y exactitud.

Cabalmente en esta Asignatura, donde la imaginación á veces sufre para concebir con claridad ciertas formas geométricas en el espacio, se hallará poderoso auxiliar en las imágenes estereoscópicas.

Otra cualidad de las formas reales, ya enumerada, el movimiento relativo, aún cuando no sea general, es tan digna como la anterior de ser estudiada, desde el punto de vista de la confección de imágenes, teniendo por práctica consecuencia la Cinematografía, arte sin duda sujeta á desempeñar importantísimo papel en la vía del progreso, llamada Enseñanza industrial.

La conclusión más grande de la Teoría para representar á los cuerpos, será la fusión de todas las cualidades citadas, en una sola imagen, que irradiando la verdad llena, traiga ante los ojos á la naturaleza, evitando el tener que ir nosotros en busca de ella.

Semejante conclusión, estamos á alcanzarla, falta solo el darla unidad é iniciar en su estudio á los hombres *del mañana*, haciéndoles sentir este problema.

Tal es la finalidad del plan adoptado en el presente Programa; seguramente estará mal hilvanado, de cierto que no valdrá nada, pero contiene siquiera unas semillas nuevas; á ver si les brota flor en el fértil campo de la juventud escolar.

Barcelona, 1904.



Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona. — CUADRO SINÓPTICO de la asignatura de ESTEREOTOMIA

		T E O R Í A S		A P L I C A C I O N E S				
CUESTIONARIO GENERAL	Representación de los cuerpos (Perspectivas lineales y luminares)	FORMA GEOMÉTRICA	PLANA	CONVENCIONAL (Proyección cilíndrica)	Planos acotados	á los dibujos topográficos.		
				Proyección diédrica	al trazado é interpretación de dibujos de proyectos en general.			
				Axonometría	á representaciones particulares y de detalle.			
				REAL (Proyección cónica)	Variable	Constante	con un solo punto de vista	á perspectivas planas, Fotografías, Iconometría, restituciones visuales, cartas geográficas, decoración, perspectivas curvas, Escenografía, etc.
						con dos puntos de vista	á la Estereoscopia en general y como auxiliar de la Estereotomía.	
						con un solo punto de vista	á la Cinematografía plana como auxiliar poderoso de la enseñanza industrial.	
						con dos puntos de vista	á la Cinematografía estereoscópica.	
				CORPÓREA			á los relieves, esculturas, etc.	
				SOMBRAS	Geométricas (convencionales)		al sombreado de los dibujos de proyectos resueltos en proyecciones cilíndricas y cónicas, á la medición del tiempo (Gnomónia), á los problemas de iluminación solar, etc.	
					Degradadas (reales)		á la confección de los dibujos lavados, rayados, etc., y á la Perspectiva lumínar (aérea, claro oscuro, etc.)	
			Visión y clasificación de los colores					
			Contraste					
		COLOR	Mezclas { de colores de sensaciones luminosas }		á la tapicería, estampados, decoración, pintura, perspectiva lumínar (cromática), etc.			
			Degradación de colores					
			Procedimientos de colorido		á las reglas prácticas sobre los procedimientos particulares llamados Acuarela, Aguada, etc.			
Corte de los cuerpos (Estereotomía propiamente dicha)	LEÑOSOS		Conceptos fundamentales y estudios históricos.					
			Resolución y cortes de las uniones		á toda clase de entramados, cimbrajes y construcciones en general. Aplicaciones modernas (construcción de algunos elementos maquinales).			
			Trazado y procedimientos de corte		al trazado de los dibujos, picado de las maderas, utilage en general y máquinas del labrado.			
		METÁLICOS	Hierro laminado { Conceptos racionales y estudios históricos. Resolución de las uniones y sus cortes Trazado y procedimientos de corte }		á toda clase de uniones, entramados, puentes y construcciones en general.			
	Forjado		Solución de uniones	á los dibujos, señalado de los hierros, utilage en general y maquinaria para labrar hierros.				
	Fundición		{ Característica de su estereotomía. Talla y uniones }	á la construcción de bancadas de maquinaria, soportes, engranajes y demás piezas.				
				Estudios teóricos generales é históricos.				
		PÉTREOS	Análisis de despiezos en { piedras de origen ígneo piedras de origen sedimentario }			á toda clase de muros, bóvedas y construcciones en general y á las modernas grandes obras de cantería aparejada.		
				tierra cocida	á las formas de ladrillería y sus aparejos.			
			Tallas	A mano		á las prácticas y herramientas del cantero.		
		Mecánica			al conocimiento de la moderna maquinaria para el labrado de las piedras.			

NOTA. — El número y desarrollo de estas aplicaciones es variable para cada curso, á tenor del tiempo disponible, y son tratadas siempre desde el punto de vista científico-industrial.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

Arxiu General de la Diputació de Barcelona. Biblioteca

ESCUELA DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA

ASIGNATURA
DE
ESTEREOTOMIA

PROGRAMA DE LAS LECCIONES

INTRODUCCIÓN

Lección 1

Importancia que para el Ingeniero tiene el conocimiento de la representación precisa de los cuerpos y el análisis de sus formas constructivas. — Conceptos generales relativos á la Teoría de la representación de los cuerpos. *Aplicaciones* inmediatas á que dá lugar esta Teoría. — Importantes conclusiones. — Conceptos fundamentales relativos á la Teoría de la investigación de las formas de los cuerpos empleados en la construcción. *Aplicaciones*. — División completa del curso.

TEORÍA DE LA REPRESENTACIÓN DE LOS CUERPOS

PRIMERA PARTE

FORMA GEOMÉTRICA

Lección 2

(FORMA PLANA CONVENCIONAL)

Generalidades sobre la necesidad de establecer sistemas convencionales de representación en las Carreras de aplicación directa. — Sistema de planos acotados: Representaciones del punto y de la recta. Determinar la cota de un punto de una recta, y la proyección de dicho punto dada su cota. Pendiente

de una recta. Escala de pendientes; su construcción. Paralelismo é intersección de rectas. Traza de una recta. Representación del plano. Intersección de planos. Ángulo de dos rectas; idem de dos planos. — Líneas y superficies curvas, su representación. — Representación de superficies por curvas de nivel: conclusiones. — Intersecciones y perfiles. — *Aplicaciones* á la representación topográfica.

Lección 3

(FORMA PLANA CONVENCIONAL)

Método de la proyección diédrica. — Dificultades que encuentra el obrero en interpretar este sistema de representación. Carácter científico que tiene dicho sistema. *Aplicación* de la Geometría Descriptiva á la representación de los cuerpos. — Detalles y reglas prácticas del método de la proyección diédrica aplicado á la confección de dibujos industriales y proyectos en general: Escala de un dibujo, su confección gráfica; escalas más usualmente empleadas. Ejes. Centros de racordación. Cotas; diversas unidades de éstas. Secciones y cortes con sus convencionalismos, dirección de los rayados, colores adoptados. Líneas finas y gruesas. Proyecciones de cubiertas. Representación de obras nuevas y viejas, derribos, etc., etc. — *Aplicación* de las anteriores convenciones á algún trazado. — Reproducción de dibujos á igual escala: calco, ferropusiatos, reticulado, copia ordinaria, etc. — Reproducción de dibujos á distinta escala: reticulados semejantes, compás de proporciones, fotografía, pantógrafos varios con sus aplicaciones á la industria, etc., etc. — Aparatos modernos de dibujo industrial.

Lección 4

(FORMA PLANA CONVENCIONAL)

Axonometría. — Dimensiones de un cuerpo. Triedro de referencia y plano de representación. — Escala natural. — Proyecciones cilíndricas del cuerpo y del triedro. — Triángulo de las trazas. — Datos necesarios para la resolución de la perspectiva axonométrica. Escalas axonométricas y su construcción gráfica para la graduación de los ejes. Perspectivas tri, di é iso-

métricas. Triedros general, uni, bi ó tri rectángulos. Axonometría ortogonal. Coeficientes de reducción. — Dado el triángulo de las trazas hallar las proyecciones de los ejes, y viceversa. — Dadas las proyecciones de los ejes hallar el ángulo que forman con el plano de representación. — Construcción gráfica de las escalas axonométricas partiendo de la verdadera unidad de longitud. — Teorema de Schlömilch. Dadas las escalas axonométricas hallar las proyecciones de los ejes. Dadas las escalas axonométricas hallar la natural. Construcción gráfica de esta escala. — Perspectiva isométrica. Coeficientes de reducción de ejes y de máximas pendientes en esta perspectiva. Escalas gráficas de dichos coeficientes. Perspectiva isométrica de una circunferencia. Elipsógrafo isométrico. Elipsógrafo general. Transportador isométrico. — Escuadras axonométricas. — Perspectiva Caballera. — Axonometría arbitraria.

Lección 5

(FORMA PLANA CONVENCIONAL)

Aplicaciones de la axonometría en general y de la perspectiva caballera á la representación de órganos maquinales, detalles constructivos, etc.

Lección 6

(FORMA CORPÓREA)

Teoría general de la representación real de los cuerpos. — Contorno aparente. Imagen. Imagen de una recta. Puntos y rayos dobles, límites ó de fuga y de desvanecimiento. — Imagen de un plano. Rectas doble ó de homología, límite ó de fuga y de desvanecimiento. — Formas homológicas en el espacio. Planos doble, límite y de desvanecimiento. — *Aplicación* de esta teoría á la determinación de imágenes en relieve. Discusión de este problema: Relieves alto y bajo, bulto redondo, figuras idénticas é imágenes de espesor nulo ó en Perspectiva plana ordinaria. — Determinación del original, dada la ley de su imagen.

Lección 7

(FORMA PLANA REAL)

De la perspectiva cónico-plana como caso particular de la teoría del relieve. Posición y nomenclatura particulares de los datos del problema general. Precisión de las imágenes cónico-planas, restitución visual que permiten, deficiencias que tienen para imitar la realidad: fijeza de su plano, visión uni-ocular, acomodación constante, etc. Ventajas que al Ingeniero reporta el conocimiento de las leyes á que obedecen las imágenes cónico-planas. Reseña histórica de esta ciencia. — Clasificación de los métodos actuales para determinar la perspectiva cónica de un cuerpo. Exposición del método general; sus inconvenientes. — Método de la proyección cónica directa; número de proyecciones empleadas en este sistema. Teoría de los puntos límites: regla general para determinar la perspectiva de una recta. Relaciones de posición entre las rectas originales y sus imágenes. — Línea y plano de horizonte, puntos principal y de distancia, rayo principal, plano geometral y línea de tierra. Convenciones establecidas en la práctica de los trazados perspectivos. — Perspectivas de rectas y puntos situados en el plano geometral. Perspectiva de una recta situada en cualquier plano horizontal; idem de puntos de esta recta: escalas de degradación. *Aplicación* á un ejemplo. — Perspectiva de rectas cualesquiera del espacio. — Teoría de los planos límites; definiciones. Perspectivas de planos originales dados de distintas maneras.

Lección 8

(FORMA PLANA REAL)

Aplicaciones: Representación en proyección cónica directa de un paralelepípedo dado de un modo cualquiera en el espacio. — Perspectiva de un poliedro en general; diversos métodos.

Lección 9

(FORMA PLANA REAL)

Líneas curvas. Propiedades perspectivas generales. — Perspectiva de las cónicas. Imagen de una circunferencia situada en

un plano cualquiera del espacio. Discusión. — Posiciones particulares de la circunferencia. *Aplicaciones*: Cartas geográficas. Proyección estereográfica del globo terrestre, suponiendo el punto de vista en una latitud cualquiera.

Lección 10

(FORMA PLANA REAL)

Perspectiva de las superficies. — Generalidades. — Superficies regladas (alabeadas y desarrollables), de revolución y de 2.º grado. — Superficies sin ecuación. — Perspectiva de la intersección de superficies. Generalidades. — *Aplicaciones*: Imagen de dos cilindros que se cortan.

Lección 11

(FORMA PLANA REAL)

Reglas prácticas relativas á la proyección cónica directa. — Construcción de perspectivas en pliegos independientes del plano geometral. — Coeficientes de reducción de anchos y de alturas; su empleo. — Puntos de distancia figurada. — Escalas perspectivas; graduación de los ejes. — Ampliación de perspectivas en cualquier relación dada; método directo. — Reticulados. — Suplección de los puntos límites. — Consideraciones relativas á la elección del plano del cuadro y del punto de vista.

Lección 12

(FORMA PLANA REAL)

Métodos mecánicos y ópticos para la determinación de perspectivas cónicas. Clasificación general de los aparatos empleados con este objeto. — Fundamentos y reseña sobre los siguientes: Convergidores, Perspectores, Hyalógrafo, Diágrafo de Gawar, Perspectómetros, Cámara lúcida, Regla de precisión, etc.

Lección 13

(FORMA PLANA REAL)

Objeto y reseña de la Iconometría. — De la Fotografía como perspectiva. *Aplicaciones* científicas de la Fotografía. — Restitución visual. Restituciones comparadas. Explicación de algu-

nos fenómenos relativos á estas cuestiones. — *Aplicaciones* de la perspectiva al decorado. Perspectivas plafón, curva, etc. Fundamentos de la perspectiva teatral.

Lección 14

(FORMA PLANA REAL)

Aplicaciones de la perspectiva con dos puntos de vista á la Topografía-fotográfica ó Fotogrametría. Principios fundamentales de este procedimiento. Aparatos. Trabajos de campo. Trabajos de gabinete: fijación de los planos principales de las perspectivas sobre el dibujo. Reconocimiento y numeración de los puntos comunes. Puntos dudosos. Idea sobre la teoría de Hauck ó de los puntos Kern. Medición de rumbos y pendientes. Transportador. Traslado de puntos al plano. Cálculo de las cotas. Trazado de las curvas de nivel y demás detalles.

Lección 15

(FORMA PLANA REAL)

Aplicación de la perspectiva plana con dos puntos de vista á la percepción del relieve. — Estereoscopia ocular. — Perspectivas conjugadas. — Reconstitución del original. — Acomodación ocular. — Estereoscopos y sus *aplicaciones* á la Estereotomía en particular. — Estereoscopia proyectada; modernos estudios sobre esta admirable rama de la óptica.

Lección 16

(FORMA PLANA REAL)

Imágenes variables. — Principios cinemáticos aplicados á las leyes de formación de imágenes correspondientes á un cuerpo en movimiento. — *Aplicaciones*. Cinematografía plana; aparatos empleados. — Idea sobre la Cinematografía estereoscópica. — Inmensas ventajas que estas aplicaciones pueden reportar á las Ciencias, Arte y Enseñanza industrial.

TEORÍA DE LA REPRESENTACIÓN DE LOS CUERPOS

SEGUNDA PARTE

SOMBRA S

Lección 17

(SOMBRA S GEOMÉTRICAS)

Generalidades. Luz, sombra y penumbra. — Convencionalismos establecidos en la teoría de las sombras geométricas. — Rayo y cono de sombra. — Separatriz. — Sombras arrojadas. — Problema á que se reduce la investigación de las sombras geométricas. — Fijación geométrica del foco luminoso en cualquier método ó sistema de representación. Discusión. — Relación entre las separatrices de dos superficies en general. *Aplicaciones*. — Relación entre las separatrices de una superficie iluminada por varios focos. Análisis de la separatriz en superficies particulares. Clasificación de los métodos para determinar sombras. — Exposición de los sistemas generales de investigación y de análisis de la separatriz.

Lección 18

(SOMBRA S GEOMÉTRICAS)

Problema general de las sombras arrojadas por puntos y líneas materiales. *Aplicaciones* en proyecciones cilíndricas y cónicas. — Empleo en estas últimas, de las rectas límites de los planos de sombra. — Sombras propias y arrojadas de pirámides y prismas cualesquiera; método general. *Aplicaciones* en cualquier sistema de representación. — Sombras de un poliedro en general; reconocimiento de las aristas. Método de los vértices. *Aplicaciones*. — Simplificaciones que resultan de emplear posiciones particulares del foco luminoso en los diversos sistemas de representación.

Lección 19

(SOMBRA S GEOMÉTRICAS)

Determinación de las sombras en las superficies de revolución. Diversos métodos. *Aplicaciones*. — Sombras propias

y arrojadas en proyección isométrica, de una semi-esfera.

Lección 20

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Investigación de las sombras en las superficies de segundo grado. Propiedades de la separatriz ó polar. *Aplicaciones.*

Lección 21

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Sombra de las superficies desarrollables en general. Método de la arista de retroceso, su discusión. *Aplicación* á los helizoides desarrollables, conos y cilindros. — Método del cono director.

Lección 22

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Determinación de las sombras propias y arrojadas en las superficies envolventes. Métodos generales. *Aplicación* á una envolvente cualquiera.

Lección 23

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Trazado de tangentes á las curvas de sombra (arrojada y propia). Método general para las curvas de sombra arrojada. — Indeterminación del anterior método aplicado á las separatrices. — Métodos especiales para este caso. Separatrices de segundo grado; teorema de las tangentes conjugadas y su empleo en superficies cualesquiera. Problema de la osculación de superficies; su solución analítica y gráficamente. — Enunciación más general del teorema de las tangentes conjugadas. — *Aplicación* á una superficie de revolución.

Lección 24

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Estudio y averiguación de la separatriz en las superficies no convexas. — Puntos límites. Teorema de Dupin aplicado á estos puntos. — Determinación de los puntos límites. *Aplicación* á la superficie de una escocia. Puntos de retroceso de la sombra arrojada.

Lección 25

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Separatriz en las superficies alabeadas. — Plano tangente á una de estas superficies. Determinación del punto de tangencia. Casos en que se simplifica el método general para determinar dicho punto. — *Aplicaciones* á las alabeadas de segundo grado. — Acuerdo de superficies alabeadas en general con las de segundo grado. *Aplicación* á los conoides ú otras alabeadas.

Lección 26

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicación de la teoría general de la sombra de las superficies alabeadas á un helizoide.

Lección 27

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Demostración del teorema de los Helizoides. Derivados para la determinación rápida de la separatriz de cualquier helizoide reglado. *Aplicación* de este teorema al trazado mecánico de la separatriz en proyecciones diédricas.

Lección 28

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Discusión de la separatriz de los helizoides reglados.

Lección 29

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicación de la teoría de las sombras geométricas á la medición del tiempo. Gnomónia. Reseña histórica é importancia de esta ciencia. — Movimientos terrestres. Eclíptica y signos zodiacales. — Teoría de los movimientos relativos aplicada á la Gnomónia. — Cilindro eclíptico, su desarrollo. — Duración del día solar. — Cuadrante plano solar. — Estilete y su situación. — Determinación de la meridiana de una localidad. — Cuadrante fundamental.

Lección 30

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicaciones. — Declinación de los cuadrantes solares. — Clasificación general de los cuadrantes. — Construcción de un reloj horizontal. — Líneas zodiacales, su determinación en general y particularmente en los relojes planos.

Lección 31

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicaciones. — Estudio completo de un cuadrante solar trazado en un plano cualquiera del espacio.

Lección 32

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicaciones. — Determinación de las líneas de salida y puesta de sol en un cuadrante solar cualquiera. — Meridiana del tiempo medio. — Cuadrantes solares iluminados por la luna; determinación de las horas. — Otros tipos de relojes solares.

Lección 33

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

De la iluminación solar de los edificios como *aplicación* de la teoría de las sombras geométricas. — Importancia de esta cuestión por la naturaleza de los problemas que resuelve. — Determinación de la dirección de los rayos solares en una latitud y momento dados. — Orientación de edificios. — Protección precisa de localidades contra los rayos del sol en épocas dadas del año.

Lección 34

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicaciones. — Penetración solar máxima en una ventana. — Idem idem en un patio de forma cualquiera. — Horas de libre iluminación de un plano cualquiera. Diagrama del cilindro eclíptico en este caso; su discusión.

Lección 35

(SOMBRAS GEOMÉTRICAS)

Aplicaciones. — Empleo del cilindro eclíptico en la resolución de los siguientes prácticos problemas: 1.º Épocas en que un muro impide á otro dado el acceso de los rayos solares. 2.º Épocas en que un cuerpo cualquiera proyecta sombra sobre un punto dado. 3.º Situación y perfil de un hueco de una habitación, para que un punto dado en el interior de ella, reciba sol en una época determinada, etc.

TEORÍA DE LA REPRESENTACIÓN DE LOS CUERPOS

TERCERA PARTE

PERSPECTIVA LUMINAR

Lección 36

(SOMBRAS DEGRADADAS)

Teoría del claro oscuro. — Teorema fundamental de la degradación de tintas. — Leyes de gradación de tintas en las regiones de sombra propia y de sombra arrojada de superficies. — Perspectiva aérea; cuerpos alejados; efectos de las capas de aire.

Lección 37

(SOMBRAS DEGRADADAS)

Aplicaciones. — Escala de tintas, su confección para los dibujos al lavado y rayados. — Determinación de la tinta correspondiente á un punto cualquiera de una superficie. Líneas isofóticas, su investigación. — Puntos brillantes.

Lección 38

(COLORES)

De la ciencia del color como parte complementaria de la Teoría de la representación de los cuerpos. — Visión de los colores. Clasificación de los mismos. Contraste simultáneo y su-

cesivo. Leyes. — *Aplicaciones* generales y especiales. — Mezclas de materias colorantes. — Mezclas de sensaciones luminosas. — Gammas. — Conclusiones.

Lección 39

(PROCEDIMIENTOS DE COLORIDO)

Práctica sobre el colorido de proyectos. — Sistemas que emplean el Ingeniero y el Arquitecto. — Acuarela. — Reglas teórico-prácticas indispensables, relativas á este medio de coloración empleado en los proyectos artísticos é industriales.

ESTEREOTOMIA

PRIMERA PARTE

Lección 40

(LEÑO)

Consideraciones generales relativas á la madera y su estereotomia. Reseña histórica. — Escudrias, dimensiones y clases de los maderos del comercio. — Cortes empleados en la madera; clasificación é importancia de los mismos. — Utilaje y máquinas para el labrado de la madera. — Distintas maneras de resolver las uniones en la carpintería actual. — Ensamblados de encuentro. Diversos casos y clases, *aplicándolos* á piezas de escuadría poligonal ó circular.

Lección 41

(LEÑO)

Ensambladuras de piezas en ángulo y de piezas cruzadas: diversos tipos. — *Aplicaciones*. — Labra de las ensambladuras más corrientes.

Lección 42

(LEÑO)

Resolución de los empalmes. División y detalle de los diferentes tipos. — Acopladuras. — Cepos. — *Aplicaciones*.

Lección 43

(LEÑO)

Composición general de entramados. Equilibrio é indeformabilidad en los mismos. — Entramado vertical: nomenclatura, oficios y cortes de sus piezas componentes. — Entramados horizontales: techos. Vigas armadas: detalles y cortes de sus diversos tipos. *Aplicaciones.*

Lección 44

(LEÑO)

Cubiertas en general. Sus formas y partes constitutivas. — Entramados inclinados; cuchillos de armadura; diversos tipos. Nomenclatura y ensambles de sus elementos. — Entramados curvos: diversos sistemas antiguos y modernos. Detalle de sus ensambladuras. *Aplicaciones.* — Cimbras.

Lección 45

(LEÑO)

Trazado de un copete recto. — Composición y corte de las escaleras de madera. — *Aplicaciones.*

Lección 46

(LEÑO)

Aplicación de la estereotomía de la madera á la confección de poleas y otras piezas maquinales construídas modernamente de este material.

ESTEREOTOMIA

SEGUNDA PARTE

Lección 47

(METAL)

Generalidades. — Reseña histórica del empleo del metal en la construcción. — Estados en que hoy se emplea el hierro.

Idea sobre su elaboración. — Antigüedad de su empleo industrial. — Desarrollo actual de la siderurgia. — Ventajas del hierro en la construcción. — Modernas obras realizadas. — Consideraciones de arte. — Consecuencias para el estudio de la Estereotomía del hierro. — Formas en que lo toma el calderero; operaciones que éste hace. Utilaje empleado y máquinas de talar, roblonar, cimbrar, cortar, etc.

Lección 48

(HIERRO LAMINADO)

Estudio del corte en doble T. — Secciones elementales del hierro encontradas en el comercio y manera de acotarlas. — Elementos de unión. — Clasificación general de los ensambles metálicos, atendiendo á la naturaleza del material y á la forma y posición de los elementos que se unen. *Aplicaciones* al ensamble de planchas en los siguientes casos: 1.º Tocándose por los extremos ó por yuxtaposición; 2.º con superposición; 3.º perpendicularmente y 4.º paralelamente.

Lección 49

(HIERRO LAMINADO)

Aplicaciones del corte de hierros á los ensambles de hierros en ángulo entre sí. — Hierros de ángulo combinados con T y con dobles T. — Uniones de hierros de doble T entre sí; idem de hierros en U y combinaciones de unos y otros. — Composición de los principales tipos de vigas armadas.

Lección 50

(HIERRO LAMINADO)

Aplicación del corte de hierros á la resolución de las diversas uniones que entran en la composición de las vigas armadas.—Ensamblados de vigas armadas con hierros elementales; varios casos.

Lección 51

(HIERRO LAMINADO)

Aplicación del corte de hierros á solucionar diversos ensambles necesarios en el encuentro y reunión de vigas armadas.

Lección 52

(HIERRO FORJADO Y FUNDICIÓN)

Estudios generales sobre la manera de resolver las uniones en cerrajería. *Aplicación* á algunos casos. — Resolución de las uniones en piezas de fundición. Carácter especial que tienen estas uniones. *Aplicaciones*. — Corte de engranajes y otras piezas de maquinaria.

Lección 53

(ENTRAMADOS METÁLICOS)

Clasificación general de los entramados metálicos. — Composición de estos entramados y análisis del oficio que en ellos desempeñan las uniones ó ensambladuras. Modo de resolver éstas. — Estudio general de los entramados verticales. — *Aplicaciones* del corte de hierros á la resolución de los más importantes ensambles de un entramado vertical con uno ó más pisos.

Lección 54

(ENTRAMADOS METÁLICOS)

Entramados metálicos horizontales: techos. — Nacimiento y formación de los techos de hierro. Ensamblados usados en el arriostrado de las viguetas. — Clasificación general de los techos, y composición de cada uno de sus tipos principales. — *Aplicaciones* del corte de hierros al estudio de las ensambladuras empleadas más generalmente en la composición de techos. — Puentes de vigas rectas.

Lección 55

(ENTRAMADOS METÁLICOS)

Entramados inclinados y curvos. — Cubiertas, su clasificación y partes componentes. — Formas principales de las cubiertas planas metálicas. — Pendientes. — Composición de cuchillos de armadura. — *Aplicación* del corte de hierros á la resolución de los principales ensambles empleados en los cuchillos. — Tejados de otras clases. — Arcos. — Vigas de igual resistencia. — Cúpulas. — Escaleras de hierro; sus clases y ensambles más usados.

ESTEREOTOMIA

TERCERA PARTE

Lección 56

(PIEDRA)

Conceptos fundamentales de la estereotomía de la piedra. — Verdadero objeto de esta ciencia. — Condiciones mecánicas del material pétreo. — Análisis del equilibrio en un maciso de piedra fraccionado; consecuencia estereotómica. — Líneas de presión en las construcciones pétreas. — Razón del despiezo. — Aparejos. — Reseña histórica de la estereotomía de la piedra. — Importancia actual de esta ciencia.

Lección 57

(PIEDRA)

Yacimientos pétreos. — Operaciones que abarca la construcción en piedra aparejada. — Utilaje empleado en estas operaciones. — Consideraciones sobre las juntas de las piedras. — Labrado de un plano perfecto. — Diversos sistemas de labra y consideraciones científicas y económicas sobre ellos. — Reglas fundamentales que rigen todo despiezo y límites en que deben aceptarse.

Lección 58

(PIEDRA)

Labrado mecánico de las piedras para ser empleadas en la construcción. — Clasificación general de las máquinas para este objeto adoptadas. — Descripción, funcionamiento y detalles sobre alguno de los más principales tipos de máquinas de labrar piedra.

Lección 59

(PIEDRA)

Muros de piedra. Clasificación general. — Nomenclatura de sus partes. — Reseña y objeto de los diversos aparejos usados en los muros. — Almohadillados. — Esquinas. — *Aplicación* de

las reglas sobre el despiezo de muros, al aparejo de una esquina formada por dos muros en talud.

Lección 60

(PIEDRA)

Muros de paramentos curvos. Aparejo en los diversos casos que pueden presentarse. — Enlaces ó acuerdos de muros. — *Aplicación* al enlace de dos muros de paramentos planos, por medio de otro curvo.

Lección 61

(PIEDRA)

Vanos ó huecos adoptados en las construcciones. Clasificación general. — Estudio de los arcos carpaneles: Indeterminación de su trazado; modo de hacerla desaparecer y *Aplicación* á un ejemplo. Método de Leronge para el trazado de un carpanel de $2n + 1$ centros; traducción gráfica de este método y observaciones prácticas. — Método breve y general para el trazado de un carpanel cualquiera. — Trazado de las juntas en los vanos; diversos métodos. — Planta de los vanos.

Lección 62

(PIEDRA)

Ideas fundamentales sobre los dinteles. — Formación y condiciones de sus despiezos. — Descripción y labra de los más principales aparejos de dinteles. — Determinación geométrica de un dintel en una construcción cualquiera. — Composición y despiezos de entablamentos, frontones y columnas. — Empleo del hierro en las construcciones adinteladas. *Aplicación* á algunos ejemplos.

Lección 63

(PIEDRA)

Capialzados. Generalidades y sucinta idea de cada uno de los principales tipos de estas construcciones. — Problema inherente á los capialzados y maneras de resolverlo. — *Aplicaciones* á la forma, aparejo y labra de un capialzado alabeado.

Lección 64

(PIEDRA)

Bóvedas. Detalles y nomenclatura sobre estas construcciones y cada una de sus partes. — Clasificación general de las bóvedas. — Reseña histórica y diversos tipos de bóvedas.—Reglas generales del aparejo. — *Aplicación* al despiezo de las bóvedas planas.

Lección 65

(PIEDRA)

Bóvedas cilíndricas. Generalidades sobre las mismas. — Suscinto análisis del equilibrio de estas bóvedas según la posición relativa del plano de su imposta, eje y paramentos. *Aplicación* al despiezo de las bóvedas cilindro-rectas. — Bóvedas de los llamados puentes oblicuos. Reseña histórica sobre el aparejo de estas construcciones. — Soluciones aproximadas de los puentes oblicuos que se han propuesto y practicado; sus inconvenientes. Aparejo de Mr. Levy según las líneas de curvatura.

Lección 66

(PIEDRA)

Sustitución del intradós cilíndrico de los cañones seguidos, por superficies alabeadas. *Aplicación* al empleo del cuerno de vaca. Análisis del despiezo en esta superficie.

Lección 67

(PIEDRA)

Solución teórica de los puntos oblicuos. — Análisis de las líneas de junta; asimilación de un anillo de puente oblicuo á uno de puente recto. — Trayectorias ortogonales en los puentes de paramentos paralelos. Ecuación finita de estas trayectorias proyectadas en los planos de paramento, suponiendo elíptica la embocadura. Deducción de dichas trayectorias en proyección horizontal y en el desarrollo. Plantillas para su trazado.

Lección 68

(PIEDRA)

Trazado gráfico aproximado de las trayectorias en el aparejo ortogonal de los puentes oblicuos con paramentos paralelos. Caso de ser circular la embocadura: trazado exacto por medio de arcos de círculo; tractriz y catenaria, su empleo práctico. — Análisis de las superficies de junta empleadas en el aparejo ortogonal. Superficies de junta seguida: cilíndricas, alabeadas y poliédricas. Estudio de las juntas alabeadas: diversos modos de engendrarlas y acuerdos entre sí y con la cilíndrica á lo largo de la trayectoria. — Ángulo formado por el plano de paramento con el tangente al intradós en el origen de la trayectoria.

Lección 69

(PIEDRA)

Aplicación de la teoría del aparejo ortogonal á un puente oblicuo de paramentos paralelos y á otro de paramentos convergentes. — Detalles prácticos sobre ambos casos.

Lección 70

(PIEDRA)

Origen y formación del aparejo helizoidal en los puentes oblicuos. — Solución teórica de este sistema. — Intersección de los helizoides de junta seguida con los planos de paramento; diversos métodos para hallarla con precisión. — Foco de juntas, su determinación.

Lección 71

(PIEDRA)

Estudio teórico del aparejo helizoidal en los puentes oblicuos. — Curva y puntos de equilibrio. — Rectificación del ángulo intradosal. — Teorema fundamental del equilibrio. — *Aplicaciones* á un caso práctico y simplificaciones que en éste se obtienen.

Lección 72

(PIEDRA)

Labra de las piedras de un puente oblicuo aparejado por el sistema helizoidal. — Diversos métodos que pueden seguirse. — Detalles y *aplicación* práctica del método de los baiveles.

Lección 73

(PIEDRA)

Detalles prácticos y aparejos de bóvedas cilíndricas con su eje inclinado al horizonte.

Lección 74

(PIEDRA)

Bóvedas de revolución en general. — Aparejos. — Tipos principales de estas bóvedas. — Método general de labra de las dovelas para cuando el eje de la bóveda es vertical. — *Aplicación* de la teoría de los aparejos de bóvedas de revolución á la bóveda esférica. Aparejos y labras particulares en este caso.

Lección 75

(PIEDRA)

Composición y aparejos de las bóvedas váidas. — *Aplicación* á una bóveda váida de planta cuadrada. — Idea sobre la generación y despiezo de algunas otras bóvedas derivadas de la esférica.

Lección 76

(PIEDRA)

Bóvedas elípticas de tres ejes desiguales. Distintos aparejos prácticos. — Aparejo teórico, su análisis y *Aplicación* al trazado gráfico de las líneas de junta.

Lección 77

(PIEDRA)

Trompas. — Generalidades sobre estas construcciones. — *Aplicaciones* al despiezo y labra de un caso particular.

Lección 78

(PIEDRA)

Combinaciones de bóvedas simples en general. — Diversas composiciones y ejemplos. Reglas de despiezo. *Aplicaciones* á algún caso particular.

Lección 79

(PIEDRA)

Combinaciones de bóvedas cilíndricas. Generalidades relativas á su composición. — Reseña histórica de los aparejos de estas bóvedas combinadas y solución de los aristones. — *Aplicación* al despiezo de una bóveda por arista.

Lección 80

(PIEDRA)

Aplicación de la teoría del encuentro de bóvedas cilíndricas al aparejo y labra de un luneto cilindro-cilíndrico, en esbiaje.

Lección 81

(PIEDRA)

Bóvedas de crucería. Nacimiento de estas construcciones. Consideraciones mecánicas sobre las mismas. — Bóvedas en empino. Formación de la ojiva. — Escuelas francesa é inglesa sobre estas bóvedas. Distintos sistemas y detalles relativos al corte de sus piedras. — Diferencias entre estas bóvedas y las ordinarias. — *Aplicación* de la teoría de las bóvedas de crucería á un caso práctico.

Lección 82

(PIEDRA)

Escaleras. Dimensiones y elementos fundamentales de estas construcciones. — Clasificaciones de las escaleras. — Cálculo de distribución de una escalera. — Detalles de construcción sobre las escaleras en cantería. — Compensación de una escalera. *Aplicación* al dibujo y despiezo de una escalera de compensación en piedra.

Lección 83

(PIEDRA)

Escaleras llamadas de alma; maneras de construirlas. — Clasificación de estas escaleras y soluciones practicadas. — *Aplicación* al dibujo y labra de un caso particular.

Lección 84

(PIEDRA)

Escalera de San Gil. Aparejo de esta construcción. — *Aplicación* al encuentro de plantillas y labra de una piedra de la bóveda sustentante de esta escalera. — Estudio de otros sistemas de aparejo de dicha bóveda.

Lección 85

(PIEDRA)

Teoría del practicado de huecos en las bóvedas. Principios fundamentales. Diversos casos. — *Aplicación* á la disposición y cortes de las piedras que forman el hueco practicado en una bóveda cilíndrica.

Lección 86

(PIEDRA)

De la Estereotomía aplicada á las grandes y modernas obras de cantería aparejada: Reflexiones sobre los problemas de estereotomía de la piedra que han sido objeto de las precedentes lecciones. Consecuencias. Índole del problema estereotómico en las actuales obras de piedra. Reseña y consideraciones de alguna de las más importantes construcciones de actualidad realizadas en piedra de talla.

Lección 87

(LADRILLO)

Consideraciones generales y estereotómicas sobre el elemento de tierra moldeada y cocida que se emplea en las construcciones de ladrillería. — Formas de tal elemento. — Apa-

rejos en ladrillo. — *Aplicación* á diversos aparejos en bóvedas cilíndricas. Supresión del cimbraje en estos casos.

Lección 88

(LADRILLO)

Aplicación del aparejo en ladrillos á las bóvedas originadas por encuentro de cañones. Idem á otra clase de bóvedas. — Construcciones que requieren ladrillos cortados en forma especial; sus aparejos.



El present es el primer tomo de la obra que se publica en este tomo

El presente es el primer tomo de la obra que se publica en este tomo

ESCUELA DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA

Índice general del curso de Estereotomía

	PÁGINAS
Estereotomía	7
Cuadro sinóptico	11
Introducción (Lección 1)	13

Principios racionales de la representación de los cuerpos

1.ª PARTE — FORMA GEOMÉTRICA

SISTEMAS CONVENCIONALES

Sistema de planos acotados y aplicación á la Topografía (Lección 2)	13
Sistema de Monge y aplicación á los trazados de los dibujos industriales (Lección 3)	14
Sistema axonométrico con sus variantes y aplicación á representaciones de órganos maquinales, detalles constructivos, etcétera (Lecciones 4 y 5)	14

SISTEMA REAL

(CON UN PUNTO DE VISTA)

Teoría geométrica de la perspectiva relieve y sus aplicaciones (Lección 6)	15
Particularización de la teoría anterior para obtener los principios de la perspectiva cónico-plana con sus directas aplicaciones (Lecciones 7 y 8)	16
Perspectiva cónica de las líneas curvas (Lección 9)	16
Perspectiva cónica de superficies y de su intersección (Lección 10)	17
Reglas prácticas y métodos mecánicos y ópticos de la perspectiva plana (Lecciones 11 y 12)	17
Aplicaciones de las imágenes cónicas fijas, con un punto de vista (Lección 13)	17

SISTEMA REAL

(CON DOS PUNTOS DE VISTA)

Imágenes cónicas combinadas y su aplicación al levantamiento de planos (Lección 14)	18
---	----

Imágenes cónicas combinadas y su aplicación á la percepción del relieve (Leccion 15)	18
Imágenes de cuerpos en movimiento y su aplicación á la Cinematografía (Leccion 16)	18

2.^a PARTE. — SOMBRAS

SOMBRAS GEOMÉTRICAS RESUELTAS EN CUALQUIERA DE LOS SISTEMAS ANTERIORES

Teoría general del problema de las sombras con sus métodos de resolución (Leccion 17)	19
Sombras de puntos, líneas y poliedros (Leccion 18)	19
Sombras de las superficies de revolución (Leccion 19)	19
Sombra de las superficies de 2. ^o grado (Leccion 20)	20
Sombra de las superficies desarrollables (Leccion 21)	20
Sombra de las superficies envolventes (Leccion 22)	20
Tangentes á las separatrices de luz y sombra (Leccion 23)	20
Separatriz de las superficies no convexas (Leccion 24)	20
Teoría de la separatriz de las alabeadas y aplicación á los helizoides (Lecciones 25 y 26)	21
Determinación cinemática de la separatriz de los helizoides y discusión del problema (Lecciones 27 y 28)	21

APLICACIÓN DE LAS SOMBRAS Á LA MEDICIÓN DEL TIEMPO

Teoría general de los cuadrantes solares (Leccion 29)	21
Reloj completo en un plano horizontal (Leccion 30)	22
Reloj completo en un plano cualquiera (Leccion 31)	22
Horas límites de los cuadrantes solares (Leccion 32)	22
Cuadrantes solares iluminados por la luna (Leccion 32)	22

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS SOMBRAS Á LA ILUMINACIÓN SOLAR

Teoría general de la iluminación solar de los edificios y aplicaciones á varios problemas de interés práctico para el Ingeniero (Lecciones 33, 34 y 35)	22
---	----

3.^a PARTE. — PERSPECTIVA LUMINAR

SOMBRAS DEGRADADAS

Teoría general del claro-oscuro (Leccion 36)	23
Aplicaciones de la teoría anterior, á la determinación de tintas, líneas de igual luz, etc., etc. (Leccion 37)	23

CROMOLOGÍA

Teoría general del color y sus aplicaciones (Leccion 38)	23
Procedimientos de colorido de proyectos (Leccion 39).	24

ESTEREOTOMIA

1.^a PARTE — DE LA MADERA

Generalidades; principios fundamentales y resolución de las uniones en carpintería (Lecciones 40, 41 y 42).	24
Composición general de los entramados leñosos y su aplicación á la construcción y ensamblajes de techos, cubiertas y cimbras (Lecciones 43 y 44).	25
Detalles de corte en los tejados, escaleras, etc. (Leccion 45)	25
Detalles de corte en piezas maquinales (Leccion 46)	25

2.^a PARTE — METAL

Principios fundamentales sobre la Estereotomía del hierro y las máquinas empleadas (Leccion 47).	25
Detalles estereotómicos, relativos á los hierros elementales y sus combinaciones (Lecciones 48, 49, 50 y 51).	26
Cortes particulares del hierro forjado y de la fundición (Leccion 52)	27
Entramados metálicos en general, y detalles relativos á la composición y ensambladuras de los verticales, horizontales, inclinados y curvos (Lecciones 53, 54 y 55)	27

3.^a PARTE — PIEDRA

Principios fundamentales de la Estereotomía de la piedra (Lecciones 56 y 57)	28
Labrado mecánico de las piedras de construcción (Leccion 58)	28

DESPIEZOS Y LABRADOS PARTICULARES RESUELTOS EN TODA CLASE DE PIEDRAS

Muros y sus combinaciones (Lecciones 59 y 60)	28
Vanos ó huecos, (arcos, dinteles y capialzados (Lecciones 61, 62 y 63)	29
Bóvedas en general, principios teóricos y prácticos (Leccion 64)	30
Bóvedas cilíndricas, rectas y oblicuas é inclinadas (Lecciones 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73).	30
Bóvedas de revolución en general (Leccion 74)	32

	PÁGINAS
Bóvedas váidas (Leccion 75)	32
Bóvedas elípticas (Leccion 76).	32
Trompas (Leccion 77)	32
Combinación de bóvedas simples en general (Leccion 78).	33
Combinación de bóvedas cilíndricas en particular (Lecciones 79 y 80)	33
Bóvedas de crucería (Leccion 81)	33
Escaleras (Lecciones 82, 83 y 84).	33
Huecos abiertos en las bóvedas (Leccion 85)	34
Estereotomía de las modernas y grandes obras de cantería (Lec- cion 86)	34

4.^a PARTE — LADRILLO

La Estereotomía aplicada á las construcciones de ladrillos (Lec- cion 87)	34
Bóvedas cilíndricas (Leccion 87)	34
Bóvedas compuestas (Leccion 88).	35
Aparejos con ladrillos especiales (Leccion 88)	35

PRÁCTICAS Y TRABAJOS GRÁFICOS

Además de las *Aplicaciones* y ejemplos expuestos para cada lección en la Cátedra oral, los alumnos oficiales, verifican prácticas en la Clase especial de Trabajos gráficos de Estereotomía que se dá en la misma Escuela, resolviendo al efecto despiezos, ensambladuras, etc., desarrollando problemas ó proyectos de conjunto distintos para cada curso.

Los alumnos de enseñanza libre, vienen obligados, según disposición oficial, á presentar en el acto del examen un trabajo, ó más, de carácter complejo, cuyo enunciado solicitarán antes de la convocatoria, para resolverlo oportunamente en la misma Escuela.

En los cursos que hubiese ocasión y lugar, se verificarán trabajos iconométricos, fotográficos, visitas á talleres de carpintería, calderería, canteras, construcciones notables, etc., etc.

ESTAMPADO POR
J. THOMAS. - BAR-
CELONA. — MCMV

RF-3-58

