

# PROGRAMA

DE  
LAS LECCIONES  
DE

## ESTEREO- TOMIA

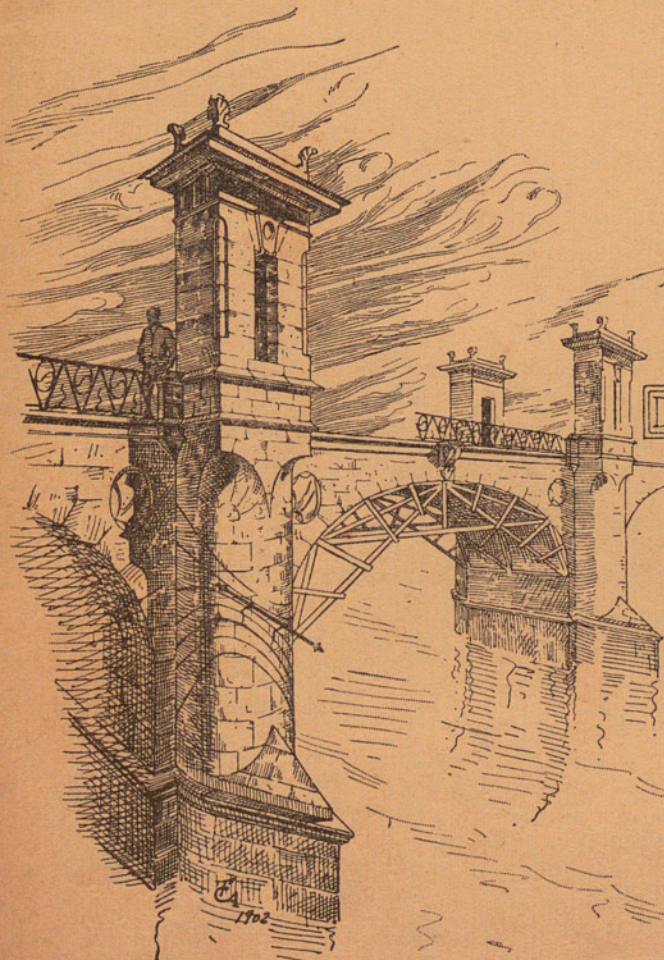
QUE SE EXPLICAN  
EN LA ESCUELA  
DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES D

BARCELONA

POR

D FÉLIX CARDELLACH ALIVÉS

CATEDRÁTICO DE LA  
EXPRESADA ASIGNATURA  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Y  
ARQUITECTO









# PROGRAMA

de las lecciones de

## ESTEREOTOMÍA

QUE SE EXPLICAN EN LA

*Escuela de Ingenieros Industriales  
de Barcelona*

POR

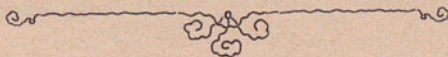
*D. FÉLIX CARDELLACH ALIVÉS*

CATEDRÁTICO DE LA EXPRESADA ASIGNATURA

INGENIERO INDUSTRIAL

Y

ARQUITECTO



BARCELONA

Librería de Penella y Bosch.—3, Ronda Universidad, 3

1902



R. 18717

PROGRAMA

ESTEREO TOMIA

*Es propiedad del autor.*

D. FRANCISCO GARCÍA Y CAJAL

ESTEREO TOMIA

ESTEREO TOMIA

ESTEREO TOMIA

ESTEREO TOMIA

ESTEREO TOMIA

ESTEREO TOMIA



# ÍNDICE DE LA ASIGNATURA

## I

### Principios racionales del dibujo geométrico, aplicados à la representación precisa de los cuerpos.

<i>Generalidades</i> . . . . .	Página	7
<i>Perspectivas</i> . . . . .	»	8
<i>Teoría de las sombras</i> . . . . .	»	9
<i>Perspectiva de las sombras</i> . . . . .	»	11
<i>Teoría del lavado y rayado</i> . . . . .	»	11

## II

### Gnomonia é iluminación solar directa

<i>Cuadrantes solares</i> . . . . .	Página	12
<i>Iluminación solar directa</i> . . . . .	»	13

## III

### Planos acotados

<i>Puntos, rectas y planos</i> . . . . .	Página	14
<i>Líneas curvas y superficies</i> . . . . .	»	14

## IV

### Topografía

<i>Planimetría</i> . . . . .	Página	15
<i>Altimetría</i> . . . . .	»	16
<i>Taquimetría</i> . . . . .	»	17
<i>Fototopografía</i> . . . . .	»	17

## V

### Estereotomía de la piedra

<i>Generalidades</i> . . . . .	Página	17
<i>Muros</i> . . . . .	»	18
<i>Arcos y dinteles</i> . . . . .	»	18
<i>Bóvedas simples</i> . . . . .	»	19
<i>Bóvedas compuestas</i> . . . . .	»	23
<i>Escaleras</i> . . . . .	»	24

## VI

### Estereotomía del leño

<i>Generalidades y uniones</i> . . . . .	Página	25
<i>Entramados y escaleras</i> . . . . .	»	25

## VII

### Estereotomía del metal

<i>Generalidades y uniones</i> . . . . .	Página	26
<i>Entramados y escaleras</i> . . . . .	»	27



*Programa de Estereotomía*

---

I

*Principios racionales del dibujo geométrico  
aplicados á la representación precisa  
de los cuerpos*

LECCIÓN 1.<sup>a</sup>

**Generalidades**

Consideraciones sobre los diversos sistemas de representación de los cuerpos.—Clasificación general de dichos sistemas y sucinta idea de cada uno de ellos.—Sistemas más ventajosos para los dibujos industriales.—Principios para proceder al trazado de piezas de maquinaria y edificios.—Convencionalismos establecidos, ejes, centros de racordación. Cotas. — Ejercicios. — Aumento y reducción de escalas.—Pantógrafos.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup>

**Perspectivas**

Axonometría.—Clases y resolución de sus más fundamentales problemas.—Elipsógrafos.—Perspectiva caballera.—Ejercicios.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup>

Métodos para hallar la perspectiva lineal de los cuerpos.—Breve idea sobre dichos métodos.—Fundamentos, definiciones y reglas prácticas relativas á la proyección cónica directa.—Convergidor.—Perspectores.—Perspectómetros.—Regla de precisión.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup>

Determinación de planos y sus líneas límites en el método de la proyección cónica directa. Aplicación á la representación general de un paralelepípedo según dicho método.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup>

Generalidades sobre la perspectiva cónica de las líneas curvas. Aplicación á la perspectiva de una cónica situada en un plano cualquiera del espacio.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup>

Cartas geográficas.—Proyección estereográfica.—Determinación de los radios y centros de los paralelos y meridianos en los planisferios.

### LECCIÓN 7.<sup>a</sup>

Generalidades sobre la perspectiva cónica de las superficies regladas, de revolución y de 2.<sup>o</sup> grado.—Perspectiva de la intersección de superficies.—Aplicación á la perspectiva de dos cilindros que se cortan.

### LECCIÓN 8.<sup>a</sup>

#### **Teoría de las sombras**

Luz, sombra y penumbra.—Problema á que se reduce la investigación de las sombras geométricas.—Sistema de proyección más ventajoso para su estudio y determinación.—Utilidad de las sombras para la representación de los cuerpos.—Rayos luminosos.—Clasificación y exposición de los métodos generales gráfico y analítico para determinar las sombras de una superficie.—Observaciones prácticas sobre los distintos casos que se pueden presentar.

### LECCIÓN 9.<sup>a</sup>

Sombras arrojadas por puntos materiales y líneas en general.—Determinación de la separatriz de luz y sombra en las superficies poliédricas.

### LECCIÓN 10

Sombra en las superficies de revolución; método de las involutas.—Sombra en las superficies de 2.<sup>o</sup> grado; propiedades de la separatriz ó polar y aprovechamiento de las mismas para su determinación.

### LECCIÓN 11

Sombras propias y arrojadas de las superficies desarrollables en general.—Método de la arista de retroceso; su discusión.—Método del cono director.—Aplicación del primer método al helicoido desarrollable.

### LECCIÓN 12

Sombras propias y arrojadas de las superficies envolventes; diversos métodos.—Aplicación al fuste salomónico.

### LECCIÓN 13

Trazado de la tangente á la separatriz de luz y sombra de una superficie cualquiera.—Diversos métodos y casos.—Aplicación del sistema de las tangentes conjugadas á las separatrices del toro.

### LECCIÓN 14

Superficies no convexas.—Separatriz y líneas de sombra arrojada sobre dichas superficies.—Puntos límites.—Rayos bitangentes.—Determinación de los puntos de retroceso en las sombras arrojadas.

### LECCIÓN 15

Sombra de las superficies alabeadas.—Teoría general.—Aplicación á las de 2.º grado.—Sombra de una alabeada cualquiera.—Caso de un conoide.—Consideraciones prácticas.

## LECCIÓN 16

Sombra propia en los helicoides alabeados.—Reseña de los principales métodos para hallarla.—Teorema de los Helicoides Derivados.—Compás para el trazado mecánico de la separatriz ó polar en los helicoides.—Sombra del tornillo de filete triangular por un método cualquiera.

## LECCIÓN 17

Discusión de la proyección horizontal de la separatriz de un helicoides conoide de eje vertical.—Caso de un helicoides de plano director.—Aplicación á las sombras de un tornillo de filete rectangular.

## LECCIÓN 18

### **Perspectiva de las sombras**

Idea de los procedimientos que se pueden seguir para determinar la perspectiva de las sombras.—Detallada exposición del método para buscar las sombras directamente en la proyección cónica.—Restitución visual.—Perspectiva aérea.

## LECCIÓN 19

### **Teoría del lavado y rayado**

Teorema fundamental de la gradación de tintas.—Escala de tintas; su confección para lavados y rayados.—Determi-

nación de las líneas isofóticas en una superficie cualquiera.— Observaciones sobre la intensidad de las tintas en las diversas regiones de las sombras propia y arrojada.— Puntos brillantes.

## II

### *Gnomónia é iluminación solar directa*

#### LECCIÓN 20

##### **Cuadrantes solares**

Ideas fundamentales y convenciones establecidas para el estudio de la Gnomónia.—Cilindro eclíptico, importancia del mismo.—Determinación de la meridiana de un lugar; diversos métodos.—Reloj ecuatorial.

#### LECCIÓN 21

Clasificación general de los cuadrantes solares.—Estudio de un reloj horizontal.—Método del analema para la determinación de las líneas zodiacales en todo cuadrante solar.

#### LECCIÓN 22

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

### LECCIÓN 23

Teoría del cilindro eclíptico para la determinación de las líneas de salida y puesta de sol de un cuadrante cualquiera.—Meridiana del tiempo medio.

### LECCIÓN 24

#### **Iluminación solar directa**

Teoría de la iluminación solar directa de los edificios.  
—Importancia de la misma por los problemas que resuelve.  
—Determinación de la dirección de los rayos solares en una latitud y momento dados.—Orientación de fachadas.—Protección precisa de los huecos de fachada contra los rayos solares en épocas dadas del año.

### LECCIÓN 25

Teoría de la penetración solar.—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 26

Aplicación de la teoría del cilindro eclíptico á la resolución de las siguientes cuestiones: 1.<sup>a</sup> Épocas en que un muro impide á otro paralelo el acceso de los rayos solares.—2.<sup>a</sup> Épocas en que un cuerpo dado cualquiera, proyecta sombra

sobre un punto dado.—3.<sup>a</sup> Perfil de un hueco de una habitación para que un punto dado en el interior de ella reciba sol en una época determinada.

### III

#### *Planos acotados*

#### LECCIÓN 27

##### **Puntos, rectas y planos**

Acotaciones.—Generalidades.—Ejercicios de las rectas.—Escala de pendientes.—Paralelismo é intersecciones.—Planos: generación y representación.—Ejercicios de rectas y planos.—Intersección de planos.—Perpendicularidad de rectas y planos.—Ángulos de rectas y planos.

#### LECCIÓN 28

##### **Líneas curvas y superficies**

Líneas y superficies curvas.—Su representación.—Ejercicios de superficies.—Curvas de nivel.—Intersecciones y perfiles.—Planos tangentes.—Representación del terreno: formas más principales que presenta: Cimas. Divisorias. Talwegs. Depresiones.

## IV

### *Topografía*

#### LECCIÓN 29

##### **Planimetría**

Problema topográfico y partes que comprende.—Distintos procedimientos para la fijación de puntos en la planimetría.—Medición de distancias.—Orientación.—Medición y trazado de ángulos.—Descripción de los aparatos elementales para todas estas operaciones planimétricas.

#### LECCIÓN 30

Teodolitos.—Necesidad de instrumentos de precisión para las operaciones topográficas.—Elementos de que constan los teodolitos; manejo y clasificación de los mismos.—Teodolitos franceses.—Teodolitos italianos,—Teodolitos alemanes.—Teodolitos ingleses.—Corrección de los teodolitos.

#### LECCIÓN 31

Práctica del levantamiento: por medio de jalones y cadenas; de la plancheta; de la escuadra; de la brújula; de la pantómetra y del teodolito.—Levantamiento de un plano de gran extensión.—Levantamientos parcelarios.

### LECCIÓN 32

Catastro y agrimensura.—Generalidades.—Evaluación de superficies; diversos procedimientos.—Planímetros.—Integrómetros.—Curvímetros.—Replanteo de edificios; plantas, alzado y secciones.

### LECCIÓN 33

#### **Altimetria**

Nivelación.—Superficies de comparación.—Nivel aparente y verdadero.—Sistemas de nivelación.—Principios y descripción de los niveles y eclímetros fundamentales.

### LECCIÓN 34

Práctica de la nivelación.—Nivelación simple.—Nivelación compuesta.—Perfiles.—Nivelación radial.—Registro de operaciones.—Terrenos cubiertos por las aguas.—Sondajes.—Nivelación por pendientes.—Determinación de las curvas de nivel.

### LECCIÓN 35

Reseña general de los trabajos topográficos necesarios para confeccionar un proyecto de camino ó vía.—Trabajos de oficina.

LECCIÓN 36

Levantamientos subterráneos.—Necesidad del itinerario.—Generalidades.—Medida de las distancias.—Nivelación en las minas.—Profundidad de los pozos.—Orientación de planos subterráneos.

LECCIÓN 37

**Taquimetría**

Principios fundamentales de las operaciones taquimétricas.—Corrección de la lectura de mira.—Taquímetro ideal.—Taquímetros reales.—Observaciones prácticas.—Trabajos de campo.—Trabajos de gabinete.

LECCIÓN 38

**Fototopografía**

Principios generales de la topografía fotográfica.—Fotogrametros.—Fototeodolitos.—Trabajos de campo.—Trabajos de gabinete.

V

*Estereotomía de la piedra*

LECCIÓN 39

**Generalidades**

Objeto y generalidades de la Estereotomía de la piedra.—Equilibrio en toda masa pétreo fraccionada.—Nacimiento

y formación de la Estereotomía.—Importancia actual de esta ciencia.—Útiles empleados en el corte de piedras.—Labra de éstas y diversos métodos y consideraciones sobre tan importante operación.—Reglas fundamentales que rigen en todo despieceo y límites á que deben extenderse.

#### LECCIÓN 40

##### **Muros**

Muros.—Clasificación general.—Muros rectos.—Reseña y objeto de los diversos aparejos en los muros.—Asiento de los sillares.—Esquinas en general.—Estudio de una esquina oblicua enlazando dos muros en talud diferente.

#### LECCIÓN 41

Acuerdo de muros.—Aplicación al enlace de dos muros en talud por medio de un muro cilíndrico oblicuo.

#### LECCIÓN 42

Acuerdo de muros.—Aplicación al enlace de un muro recto con otro en talud por medio de un muro cónico oblicuo.—Juntas discontinuas teóricas en los muros oblicuos (cónicos y cilíndricos) y en los alabeados.

#### LECCIÓN 43

##### **Arcos y dinteles**

Vanos empleados en las construcciones.—Clasificación general con arreglo á las líneas geométricas que los determi-

nan.—Trazado del carpanel de  $2K + 1$  centros.—Indeterminación del problema y modo de hacerla desaparecer. Aplicación al trazado de un carpanel de tres centros en que sea un minimum la diferencia de los radios.

#### LECCIÓN 44

Generalidades sobre los dinteles.—Despiezos principales en los mismos.—Manera de definir geoméricamente en una construcción cualquiera un dintel.—Composición y despiezos de entablamientos y frontones.

#### LECCIÓN 45

### **Bóvedas simples**

Bóvedas.—Clasificación general.—Reseña histórica y diversos tipos de las bóvedas.—Bóvedas planas de planta abierta y planta cerrada.—Origen y descripción del sistema Abeille.

#### LECCIÓN 46

Bóvedas en cañón seguido.—Generalidades sobre las mismas.—Estudio de un cañón, penetrando oblicuamente en un muro recto.

#### LECCIÓN 47

Aparejos en los puentes oblicuos.—Empuje al vacío.—Reseña histórica de los pasos oblicuos.—Soluciones aproxi-

madras del problema que se han propuesto y practicado.—Sus inconvenientes.—Aparejo de Mr. Levy según las líneas de curvatura.—Somera indicación de las soluciones racionales que se conocen.

#### LECCIÓN 48

Puente oblicuo resuelto con superficie alabeada.—Aplicación del cuerno de vaca.—Determinación del centro, asíntotas y focos de la hipérbola envolvente de las proyecciones horizontales de las líneas de junta seguida con que se apareja al cuerno de vaca.

#### LECCIÓN 49

Solución teórica de los pasos oblicuos.—Trazado geométrico ordinario de las trayectorias en el aparejo ortogonal paralelo.—Trazado por medio de arcos de círculo.—Determinación y labra de una piedra en el aparejo ortogonal paralelo.

#### LECCIÓN 50

Puentes oblicuos.—Consideraciones prácticas sobre el aparejo ortogonal paralelo resuelto geoméricamente. Simplificaciones introducidas en la solución teórica exacta.

#### LECCIÓN 51

Aparejo ortogonal en los puentes oblicuos de paramentos convergentes.—Casos en que se presentan estos puentes y trazados geométricos de sus trayectorias.—Disposición ordinaria de las juntas y labra de una piedra en este aparejo.

### LECCIÓN 52

Puentes oblicuos.—Deducción de la ecuación general finita de las trayectorias de Mr. Lefort en el aparejo ortogona-convergente.—Propiedad de las tangentes á las sinusoides.

### LECCIÓN 53

Ecuación general finita de las trayectorias de un puente oblicuo con embocadura elíptica y paramentos paralelos, proyectadas verticalmente.—Caso de la tractriz.—Ecuación de las trayectorias del mismo puente en el desarrollo.—Caso de ser circular la embocadura, simplificación que se obtiene, trayectoria tipo y consecuencia notable.

### LECCIÓN 54

Origen y formación del aparejo helizoidal en los puentes oblicuos.—Solución teórica de este sistema.—Intersección de los helizoides de junta seguida con los paramentos; métodos gráficos y analítico para hallarla con precisión.—Foco de juntas.

### LECCIÓN 55

Estudio teórico del aparejo helizoidal en los puentes oblicuos.—Curva y puntos de equilibrio.—Rectificación del ángulo intradosal.—Teorema fundamental de equilibrio.—Consecuencias prácticas y solución simplificada del problema.

LECCIÓN 56

Labra de las piedras del aparejo helizoidal en los puentes oblicuos.—Diversos métodos.—Detallado estudio de la labra por el método de la proyección horizontal.—Idem idem por el método de los baiveles.

LECCIÓN 57

Cañones de eje inclinado.—Bajada recta penetrando un muro en talud.—Medios de contrarrestar el empuje.—Estudio del sistema de la doble hilada.

LECCIÓN 58

Bóvedas cónicas de eje horizontal.—Estudio de una de estas bóvedas abierta oblicuamente en un muro en talud.

LECCIÓN 59

Bóvedas de revolución.—Generalidades sobre las de eje vertical é idea de sus principales tipos.—Bóveda esférica, aparejos y revista de los más prácticos sistemas de labra.—Sucinta idea sobre la generación de la bóveda anularoide.

LECCIÓN 60

Composición y distintos despieces de las bóvedas váidas.—Idea sobre las clases y aparejos de algunas otras bóvedas derivadas también de la esférica.

### LECCIÓN 61

Bóvedas elípticas.—Sucinta idea sobre los diversos modos de llevar á cabo su despiezo.—Aparejo del semielipsoide escaleno según sus líneas de curvatura.

### LECCIÓN 62

Capialzados.—Generalidades y sucinta idea de sus principales tipos.—Problema inherente á los capialzados y modos de resolverlo.—Estudio detallado del capialzado de Marsella con intrados alabeado.

### LECCIÓN 63

Trompas.—Generalidades y reseña sobre estas construcciones.—Despiezo y labras de una trompa plana.

### LECCIÓN 64

#### **Bóvedas compuestas**

Encuentro de cañones.—Generalidades y bóvedas que se originan: lunetos cilíndricos, bóvedas en rincón de claustro y por arista.—Variantes y detalles de esta última bóveda.—Despiezo y labra en una bóveda por arista de planta rectangular.

### LECCIÓN 65

Bóvedas en rincón de claustro.—Idea sobre las principales variantes de esta bóveda.—Despiezo y labra en una bóveda en rincón de claustro esquifada.

### LECCIÓN 66

Lunetos.—Clasificación, consideraciones y reglas generales de despiezo en estas bóvedas.—Estudio de un luneto cilindro-cilíndrico en esbiaje.

### LECCIÓN 67

Principales estructuras de las bóvedas llamadas góticas.—Su nacimiento y formación.—Escuela francesa.—Escuela inglesa: radical diferencia con las bóvedas ordinarias.—Despiezo de una bóveda en abanico.

### LECCIÓN 68

#### **Escaleras**

Generalidades, dimensiones y elementos fundamentales de que constan las escaleras.—Clasificaciones.—Estudio detallado de la escalera de ida y vuelta de planta rectangular.

### LECCIÓN 69

Estudio detallado de una escalera con compensación

### LECCIÓN 70

Escalera llamada de alma.—Diversas soluciones de ésta escalera y estudio de una de ellas.

### LECCIÓN 71

Escalera de San Gil.—Su estudio y detalles sobre la importante bóveda que sostiene á ésta escalera.

## VI

### *Estereotomía del leño*

#### LECCIÓN 72

##### **Generalidades y uniones**

Madera.—Consideraciones generales.—Sus cortes; clasificación é importancia de los mismos.—Tendencia moderna de resolver las uniones en carpintería.—Ensamblés de encuentro.—Sus diversos casos y clases haciéndolos extensivos á las piezas rollizas.

#### LECCIÓN 73

Ensamblés de piezas en ángulo: diversos tipos.—Ensamblés cruzados: descripción y labra de los más corrientes.

#### LECCIÓN 74

Empalmes.—División y detalle de los diferentes tipos.—Acopladuras y cepos.

#### LECCIÓN 75

##### **Entramados y escaleras**

Composición general de entramados.—Equilibrio é indeformabilidad en los mismos.—Entramado vertical: nomen-

clatura, oficio y cortes de sus piezas componentes.—Entramados horizontales: techos, sus diversas clases. — Vigas armadas: detalles y cortes de sus diversos tipos.

#### LECCION 76

Cubiertas en general; sus formas y partes.—Entramados inclinados: cuchillos de armadura; diversos tipos; nomenclatura y ensambles de sus elementos.—Entramados curvos, diversos sistemas; modificaciones que han sufrido sus elementos y ensambles de los mismos.

#### LECCIÓN 77

Trazado de un copete recto.—Desvío de una limatesa.—Idea sobre la composición y cortes de las escaleras de madera.

### VII

#### *Estereotomía del metal*

#### LECCIÓN 78

#### **Generalidades y uniones**

Hierro. — Consideraciones generales y secciones más empleadas en la construcción.—Clasificación general de las uniones metálicas.—Estudio de los primeros casos.

#### LECCIÓN 79

Uniones de los hierros de ángulo y T.—Idem de hierros de doble T entre sí.—Idem de hierros en U y de vigas armadas.

LECCIÓN 80

Uniones de hierros doble T y U con vigas armadas.—  
Empalmes.—Diversas uniones de piezas metálicas no lami-  
nadas.

LECCIÓN 81

**Entramados y escaleras**

Entramados metálicos.—Clasificación general.—Com-  
posición y manera de resolver sus uniones.—Estudio de los  
entramados verticales.—Disposición y ensambles.

LECCIÓN 82

Entramados metálicos horizontales.—Techos.—Compo-  
sición y ensambles de jácenas.—Puentes.

LECCIÓN 83

Cubiertas metálicas.—Clasificación de las mismas y en-  
samblados usados.—Idea general y uniones de las escaleras  
de hierro.

FIN













RF. 3-57