

## PROGRAMA

PARA LA CLASE DEL CURSO 12 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA,  
CONFORME HA SIDO DICTADA EN EL AÑO DE 1875.

Arquitectura i arte de construir caminos, puentes i calzadas.

### PARTE PRIMERA.

#### ARTE DE CONSTRUIR.

##### 1.

Útiles, herramientas i aparatos indispensables para la ejecucion de las obras.—Descripcion de las herramientas mas notables i sus aplicaciones.—Importancia de la eleccion acertada para el buen éxito de los trabajos.—Cuerdas: clases usadas.—Fórmulas para obtener el trabajo perdido por la rijidez de las cuerdas i cables.—Poleas.—Torno i cabestante.—Torno diferencial.—Guias.—Cric.—Carretones para el trasporte.

##### 2.

Andamios: su clasificacion.—Modo de establecer los andamios verticales.—Parales i piés-derechos.—Puentes.—Alfajías.—Mechinales.—Andamios de báscula i horizontales.—Andamios volantes.—Casos en que se emplean unos i otros.

##### 3.

Trabajos de desmonte i terraplen.—Herramientas empleadas.—Escavacion en tierras flojas.—Escavacion en cascajo i tierras médias.—Cálculos para determinar el costo del metro cúbico de escavacion.—Disposiciones del trabajo.—Datos prácticos respecto de la cantidad de tierra que puede remover un trabajador i de la que puede cargar.—Trasporte en carretones.

##### 4.

Trabajo en roca viva.—Trabajo con pólvora i mezclas esplosivas.—Taladros i útiles para el forámen.—Disposicion del trabajo.—Precauciones que deben tomarse.—Mechas de seguridad.—Baterías eléctricas.—Minas bajo el agua.

## 5.

Influencia de las rampas en las distancias de transporte.—Equivalencia de distancias.—Ascenso de las tierras.—Empleo del torno.—Cálculo del tiempo empleado en levantar a una altura dada un metro cúbico de tierra.—Modo de consolidar el terraplen.

## 6.

TÚNELES.—Caso en que se prefiere un túnel a un corte o cielo descubierta.—Operaciones preliminares a la perforacion.—Plano topográfico. Nivelacion.—Estudio del terreno—Escavacion preliminar.—Disposicion de los trabajos atendiendo a la naturaleza de los terrenos.—Revestimientos provisionales de madera.—Corte definitivo de la galería.—Obras de mampostería.—Medios de extraer la tierra i piedra.—Pozos para el trabajo simultáneo.—Caso en que se encuentren vertientes de agua.—Ventilacion.

## 7.

MAMPOSTERÍA.—Distintas clases.—Zulaques i mezclas.—Hormigon. Mampostería de hormigon.—Proporciones de guijo, cal i arena.—Mampostería de sillares.—Aparejo.—Conduccion de los sillares.—Modo de levantarlos sobre la pared.—Asiento.—Volúmen de mezcla necesaria para cada metro cúbico de sillería.—Mampostería de piedra careada.—Proporcion en que entra la mezcla.

## 8.

Mampostería de ladrillo.—Adobe.—Aparejos.—Condiciones de los ladrillos i adobes.—Mamposterías mixtas.—Tapia pisada.—Tapiales.—Tierras aparentes para la tapia pisada.—Bahareque.—Entramados de madera.—Enlucidos.

## 9.

Qué se entiende por estabilidad de una construccion.—Teoría jeneral de la estabilidad de las paredes i sostenes aislados.—De cuántos modos puede ceder una construccion a la accion de fuerzas exteriores.—Ángulo límite de estabilidad.—Momento de estabilidad.—Cantidades constantes que es preciso conocer para poder determinar la estabilidad de una construccion.—Composicion de las fuerzas en el interior de una pared.—Hasta qué punto es conveniente que se acerque la resultante de las fuerzas a los paramentos de la construccion.

## 10.

Resistencia a la compresion en las paredes i construcciones—Resistencia al resbalamiento—Teoría del roce—Sus leyes i fórmulas mecánicas—Coeficientes i ángulo de rozamiento—Tablas—Densidad i peso específico.

## 11.

Empuje de las tierras—Qué se entiende por talud o inclinacion natural de las tierras—Valores del ángulo de inclinacion segun la naturaleza de las tierras—Caso en que las tierras estén contenidas por una muralla—Prisma de mayor empuje—Plano de ruptura—El plano de ruptura contiene la bisectriz del ángulo de inclinacion natural—Fórmula para la componente horizontal del empuje de las tierras—Punto de aplicacion de esta fuerza sobre una pared de paramento vertical—Momento del empuje.

## 12.

Trazado i construccion de las paredes—Cimientos—Escavacion para los cimientos—Caso en que el terreno sea inclinado—Clasificacion de los terrenos donde debe ponerse un cimiento—Distintos modos de hacer el cimiento en terrenos compresibles—Pilotes—Maceo de las estacas i pilotes—Cimientos bajo el agua—Métodos adoptados para la construccion bajo el agua.

## 13.

Clasificacion de las paredes segun el uso a que se destinan—Paredes aisladas, medianeras, fronterizas, laterales i transversales—Construcciones sobre paredes medianeras—Aberturas para puertas i ventanas.

## 14.

Dimensiones de las paredes—Fórmula para determinar su espesor—Variacion del coeficiente segun la estabilidad que quiera darse. Paredes aisladas—Fuerza del viento—Paredes circulares—Efecto de los cielos i enmaderados sobre las paredes—Caso de que en la pared se apoye alguna *media-agua*—Paredes transversales i divisorias—Fórmulas para determinar su espesor—Paredes de pisos superpuestos.

## 15.

Paredes o muros de sostenimiento o terraplen—Fórmula para calcular su espesor cuando sus paramentos son verticales—Determinacion gráfica del espesor cuando la pared es en escarpa o talud—Determinacion

analítica del centro de gravedad de la sección recta de una pared en escarpa, i cálculo de su espesor cuando debe resistir el empuje de las tierras—Medios de aumentar la resistencia de estas paredes—Caso en que la pared deba resistir la presión de un líquido—Centro de presión—Revestimientos.

## 16.

ESTABILIDAD DE LAS BÓVEDAS I ARCOS—Qué es una bóveda—Clasificación de las bóvedas—Distintos casos que pueden presentarse en la ruptura de un arco o sección principal de una bóveda—Fórmulas de estabilidad—Medios de determinar el punto de ruptura—Método gráfico para la determinación de la estabilidad de las bóvedas—Trazado de la curva de presiones.

## 17.

Partes de una bóveda—Cómo se determina el espesor de la clave—Espesor de los arranques—Curvas del intrados i trasdos—Estabilidad de los estribos i pies derechos—Tablas i fórmulas prácticas—Bóvedas por arista, esféricas i claustrales—Estabilidad de las bóvedas ojivales.

## 18.

Trazado de los arcos—Adintelados—Arcos de medio punto—Arcos góticos o apuntados—Arcos escarzanos—Arcos carpaneles—Manera de trazar las curvas de varios centros—Indeterminación de los centros—Medio de corregirla por los radios de curvatura—Método de las proyecciones para determinar los radios.

## 19.

CONSTRUCCIONES DE MADERA—Fuerzas accidentales i permanentes. Condición de mejor resistencia en las piezas de madera—Importancia del conocimiento de la posición de cada una de las piezas en una construcción de madera—Repartición de las fuerzas en una armadura de casa—Estudio de la estabilidad de un par o entramado sencillo—Cálculo de las escuadrías de las diferentes piezas de una armadura.

## 20.

Combinaciones que aumentan la estabilidad de una armadura—Sistema Mansard—Estabilidad de los entramados verticales, oblicuos i horizontales—Inclinación de los tejados—Influencia de las ensambladuras en la estabilidad—Armaduras de hierro.

## 21.

Condiciones de las buenas maderas.—Medios de conservarlas.—Formacion de la madera en la planta.—Partes útiles de la planta.—Influencia de la época del corte en la duracion de la madera.—Medios de infiltrar en las maderas sustancias antisépticas.—Conservacion por medio de pinturas i barnices.

## PARTE SEGUNDA.

## ARQUITECTURA.

## 22.

Objeto de la arquitectura—Arquitectura civil—Arquitectura militar. Arquitectura hidráulica i de puentes i calzadas—Composicion i construccion—Cómo se adquiere el buen gusto—Parte teórica i parte práctica—El arquitecto debe conocer las leyes de mecánica jeneral i equilibrio de los cuerpos, como tambien la resistencia de los materiales.

## 23.

Partes de los edificios—Sostenes aislados—Cuándo toman estos sostenes, respectivamente, los nombres de postes, pilares, pilastras o columnas. Dados i Zócalos—Division de la columna total en tres partes o cuerpos—Division del pedestal—Partes de la columna propiamente dicha—Partes del entablamento—Qué se entiende por orden de arquitectura.

## 24.

PROPORCIONES EN LOS DIFERENTES ÓRDENES—Relacion constante entre la base, la columna i el entablamento o cornisamento—Módulo—Division del módulo en partes—Altura de la columna segun el orden de arquitectura—Cómo se determina la altura total del orden—Distribucion de esta altura—Métodos para dibujar los perfiles con la distribucion conveniente.

## 25.

MOLDURAS I ADOORNOS—Molduras rectas—Molduras curvas simples. Molduras compuestas—Trazado i proporciones de estas molduras—Estrías. Número de estrías i su trazado especial para cada uno de los órdenes que pueden tenerlas.

## 26.

Disminucion del diámetro de una columna—Modo de trazar el perfil con la disminucion correspondiente—Aumento de diámetro adoptado por algunos arquitectos—Manera de trazar el perfil en este caso—Adornos especiales de los capiteles i frisos en algunos órdenes—Trazado de la voluta del capitel jónico.

## 27.

Proporciones en las pilastras—Pueden llevar estrías—Pilastras i columnas en relieve—Órdenes gótico, arábigo i bizantino—Cariátides—Columnas pérsicas i salomónicas—Causas que modifican la forma i proporcion de los edificios—Carácter i aplicacion especial de los diferentes órdenes de arquitectura.

## 28.

Superposicion de los órdenes—Reglas para este caso—Pórticos—Imposta—Archivolta—Reglas para la composicion de los pórticos—Dimensiones de los arcos i piés-derechos—Columnatas—Frontones—Acróteras.

## 29.

Puertas i ventanas—Jambas—Umbrales—Dinteles—Relacion entre las dimensiones de las ventanas—Ventanas mezaninas—Claraboyas—Relacion entre las dimensiones de las ventanas i el tamaño de las piezas. Distribucion de las puertas i ventanas.

## 30.

Reglas jenerales de composicion—Simetría—Exactitud de proporciones—Relacion entre la lonjitud i la altura—Torres—Dibujo de los frentes, plantas i perfiles—Variaciones indicadas por la naturaleza de los materiales—Distribucion de los diferentes pisos de un edificio.

---

 PARTE TERCERA.

## PUENTES.

## 31.

Clasificacion de los puentes—Puentes de piedra—Alcantarillas i pontones—Estudio del terreno i datos necesarios para formar el proyecto de un puente—Ojo o luz del puente—Influencia de las construcciones

sobre la altura i velocidad de las aguas—Avenidas—Altura de los arranques—Forma de los arcos—Forma de las pilas.

32.

Construccion de los puentes de piedra—Construccion de los estribos—Construccion de las pilas—Tajamares o espolones—Profundidad de los cimientos—Terrenos comprensibles—Trabajos en el rio—Arcos inversos—Zampeado i emparrillado.

33.

Construccion i colocacion de las cimbras—Corte i colocacion de las dovelas—Andamios i aparatos de acarreo—Arcos de ladrillo—Descimbramiento—Cuándo i cómo debe hacerse—Obras accesorias en los puentes.

34.

Puentes oblicuos—Dificultades que presenta el aparejo de las bóvedas oblicuas—Empuje al vacío—Arcos en cremallera—Casos en que deben emplearse—Aparejo ortogonal—Desarrollo del intrados i trazado de las curvas—Aparejo helizoidal—Proyecciones de este aparejo—Trazado de las hélices sobre la cimbra—Ejecucion de las bóvedas oblicuas.

35.

Puentes de MADERA—Estribos—Canes—Distintos sistemas de puentes de madera—Cálculos para determinar las escuadrías de las piezas—Puentes ordinarios de madera i tierra—Cubiertas.

36.

Sistemas americanos—Sistema de tirantas pares i péndolas—Determinacion de las fuerzas en este caso—Sistema de entramados o enrejados—Enrejado simple—Doble enrejado—Determinacion de las fórmulas para hallar las escuadrías—Valores que toman las fuerzas en diferentes puntos del puente—Sistema Howe—Fórmulas para estudiar la distribucion de las fuerzas en este sistema.

37.

Arcos de madera—Cerchones o camones—Disposicion de las piezas que forman el arco—Colocacion del tablero—Puentes oblicuos de madera.

38.

Puentes de HIERRO—Vigas i tirantas de hierro—Dovelas de hierro para los puentes de arco—Distribucion de las fuerzas.

## 39.

PUENTES COLGANTES—Sistemas de construccion—Torres—Tablero. Cables—Fiadores—Péndolas—Casos en que se emplea esta clase de puentes—Inconvenientes i ventajas que presentan.

## 40.

Determinacion de la curva formada por los cables—Investigacion analítica—Investigacion jeométrica—Demostracion de que los vértices del polígono están siempre sobre una parábola, cualquiera que sea la separacion de las péndolas—Ecuacion jeneral de la curva.

## 41.

Valor de la componente horizontal—Cómo se determina la tension en un punto cualquiera—Tension máxima—Determinacion gráfica de las tensiones—Lonjitud del cable—Variacion de lonjitud producida por la tension—Variaciones correspondientes a los cambios de temperatura.

## 42.

Forma del tablero—Peso del tablero—Carga adicional—Seccion de las péndolas—Resistencia del hierro—Seccion del cable o cadena—Peso del cable i péndolas—Fórmula para determinar la suma de las lonjitudes de las péndolas—Determinacion del vértice cuando las torres son desiguales.

## 43.

Flexion del cable sobre las torres—Sostenes de hierro—Dimensiones de las torres i sostenes—Construccion i postura del cable—Modos de asegurar los fiadores—Precauciones que deben tomarse cuando las torres son mui altas—Medios de evitar las oscilaciones del tablero—Efecto que produce la caida de cuerpos pesados sobre el tablero.

---

 PARTE CUARTA.

## CAMINOS I CALZADAS.

## 44.

Partes de que consta un camino—Direccion de la via—Empalme de dos direcciones distintas—Curvas de empalme—Esplicacion i manejo de las tablas para el trazado de curvas en los caminos—Clasificacion de los



caminos — Dimensiones — Pendientes — Operaciones para hacer los proyectos.

45.

Trazado del camino—Nivelaciones—Cuadros para los perfiles—Cotas—Puntos i líneas de paso—Cálculos para determinar el desmonte i terraplen.

46.

Forma i construccion de las calzadas—Dimensiones—Calzadas empedradas—Eleccion del material—Adoquinado—Sistema Mac-Adams—Afirmado de las calles—Asfaltado—Cuidados que requieren las calles i caminos.

47.

CAMINOS DE HIERRO—Diferencia entre éstos i los ordinarios—Pendiente—Radio de las curvas—Clasificacion de los caminos de hierro—Trasporte en un solo sentido—Trasporte en dos sentidos—Planos automotores—Máquinas fijas i móviles—Perfiles—Escarpas i taludes—Revestimiento i consolidacion de los terraplenes—Obras de fábrica.

48.

Establecimiento de la via—Anchura de la via, entre-via i paseos—Balasto—Ejecucion de la calzada—Apoyos de los carriles—Dados—Cojinetes i eclisas—Colocacion de los carriles—Dimensiones i resistencia de los carriles.

49.

Pasos—Cambios de via—Cruzamientos—Plantilla de los carriles—Formas i sistemas usados—Fórmulas para calcular la resistencia i dimensiones teóricas—Señales—Forma i dimensiones de los carros—Sistemas articulados—Caminos servidos por caballos.

50.

Resistencia al movimiento—Teoría de la resistencia a la rotacion—Fórmulas experimentales—Ecuacion del movimiento de una rueda de carro—Casos especiales—Ángulo de menor traccion—Colocacion de la carga—Carro de cuatro ruedas—Resistencia debida al roce—Resistencias producidas por el aire, las pendientes i las curvas.

Bogotá, setiembre 14 de 1875.

El Profesor, R. FERREIRA.

Para la inteligencia del anterior programa pueden consultarse los textos que siguen :

VALDÉS—Manual del ingeniero—SONNET, Dictionnaire des mathématiques appliquées—GAUNIN, Tracé des chemins de fer—CLAUDEL, Aide-mémoire des ingénieurs—CLAUDEL & LAROQUE, Pratique de l'art de construire—MORIN, Aide-mémoire de mécanique pratique—DEJARDIN, Routine de l'établissement des voutes—MARY, Ecole centrale des arts et manufactures—COLLIGNON, mécanique appliquée aux constructions—MOSELEY's mechanics of engineering, &c. &c.

### SESION SOLEMNE DE DISTRIBUCION DE PREMIOS.

Tuvo lugar el día ocho de diciembre, de las once de la mañana a la una de la tarde, en el Salon de Grados de la Universidad, El acto fué presidido por el ciudadano Presidente de la Union, que estaba acompañado de los cuatro Secretarios de Estado. En el recinto del Salon ocuparon sus puestos el Rector de la Universidad i los de las Escuelas, el honorable señor Ministro de S. M. Británica, los catedráticos i demas miembros del Cuerpo universitario, la Corte Suprema federal, el Procurador jeneral de la Nacion, el Director jeneral de la Instruccion pública nacional, algunos otros empleados de la Nacion i del Estado i los alumnos premiados. Habia ademas en el Salon i en las tribunas i galerías una gran concurrencia de señoras i caballeros distinguidos.

Se dió principio al acto con la entrega de los *grandes premios* que la Universidad concede al alumno que mas se distingue en cada Escuela por su *buena conducta, constante aplicacion i sobresaliente aprovechamiento*. Estos premios fueron los siguientes :

En la Escuela de Literatura i Filosofía la obra intitulada "Fenómenos de la Física" por Guillemin, que fué adjudicada al alumno *Jorje Ancizar*.

En la Escuela de Jurisprudencia "Los Códigos explicados" por Rogron, premio adjudicado al señor *Evanjelista Trujillo*.

En la Escuela de Injeniería el "Diccionario de matemáticas" por Sonnet, adjudicado al alumno *Francisco Mariño*.

I en la de Ciencias Naturales los "Estudios zoolójicos" por Mangin, obra que se adjudicó al alumno *Juan de Dios Pérez*.

En seguida el ciudadano Presidente de la Union entregó los diplomas correspondientes a los alumnos premiados por *aprovechamiento sobresaliente* en las clases, que fueron los siguientes :