

dos extremidades. Depresión del vértice. Resistencia permanente.

Resistencia de las superficies planas. Forma circular. Resistencia permanente. Cilindros. Fuertes presiones.

*Resistencia de la torsión.*

Ecuación general. Resistencia permanente.

*Estabilidad de las construcciones.*

Muros aislados; apoyados; de cerado; de habitación. Fórmulas prácticas.

Muros sometidos á presiones laterales.—Rotación.—Resbalamiento.—Muros con cimientos.

Muros de sostenimiento.—Empuje. Casos particulares. Puntos de aplicación del empuje. Rozamiento. Cálculo del espesor. Fórmulas prácticas.

Contrafuertes. Ataguías. Presas. Bóvedas. Investigación del empuje. Curvas del empuje. Estabilidad de una bóveda. Espesor en la clave. Espesor de pies derechos y de los estribos.

*Armaduras.—Puentes.*

Cálculo de las armaduras. Armadura simple. Armadura con pendo-lón. Armadura con tornapuntas. Armadura con tirante ó falso puente. Sistema Mansard. Bielas oblicuas. Cálculo de los puentes metálicos y de madera. Peso que puede sostener un puente. Nociones complementarias sobre la resistencia de la sección en forma de doble T.

Trabe de celosía. Puente con traves rectas de uno ó varios tramos. Traves de grandes mallas. Tablero en la parte inferior. Cálculo de los diversos elementos que componen la trabe.

Puentes suspendidos.

PRIMERA PARTE.

*Procedimientos gráficos.*

Generalidades. Composición y descomposición de las fuerzas en un plano. Momentos estáticos de las fuerzas.

Determinación de las fuerzas que obran en una viga colocada sobre dos apoyos.—Cargas permanentes inmediatas. Cargas permanentes indirectas. Cargas uniformemente repartidas. Sobrecarga accidental concentrada.

Armaduras y traves de celosía. Definiciones. Teoría general. Trazo Cremona. Diversos tipos de armaduras. Traves para puentes.

Empuje de las tierras. Muros de sostenimiento. Plano de resbalamiento. Valor del empuje y punto de aplicación. Aplicación de la teoría de Rankine. Construcción de la curva de las presiones. Cálculo de los estribos. Cálculo de los apoyos intermedios.

SEGUNDA PARTE.

*Trabe continua.*

Aplicación del polígono funicular á la deformación. Sección constante. Sección variable. Apoyos de nivel. Momentos sobre los apoyos. Empo-tramientos.

Tramos no cargados. Tramos cargados.

Problema general. Diversos modos de carga. Momentos y esfuerzos cortantes.

Desnivel en los apoyos.

Durante el año los alumnos ejecutarán cálculos y montañas de aplicación de casos prácticos.

CURSO DE ANALISIS QUÍMICA.

*Análisis cualitativa.*

Introducción al análisis cualitativa. Operaciones químicas para aislar y obtener una substancia. Aparatos y utensilios. Uso del soplete y del espectroscopio en las investigaciones preliminares.

Reactivos para la vía húmeda. Disolventes simples. Ácidos y halógenos. Bases y metales. Sales. Materias colorantes, etc.

Reactivos. Substancias empleadas para la desagregación y descomposición. Reactivos para el soplete. Acción de los reactivos sobre los cuerpos. Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales.—Subdivisión de dichos óxidos en seis grupos. Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales. Subdivisión de los ácidos anorgánicos más comunes en tres grupos. Subdivisión de los ácidos orgánicos más comunes en tres grupos.

*Marcha sistemática de la análisis cualitativa.*

Procedimientos prácticos, marcha general que se debe seguir. Proce-

dimientos particulares aplicados al análisis de los compuestos del cianógeno, de los silicatos y de las aguas naturales.

Explicación del procedimiento práctico y notas relativas á él. Ejercicios graduados de análisis cualitativa y manera de registrar los resultados obtenidos.

*Análisis cuantitativa.*

Instrumentos y utensilios que sirven para pesar los cuerpos sólidos y medir los líquidos y gases. Operaciones. Operaciones que se refieren especialmente á la análisis cuantitativa.

Preparaciones preliminares que se efectúan sobre los cuerpos, á fin de darles el estado conveniente para hacer su análisis. Operaciones que generalmente hay que hacer en las análisis cuantitativas.

Reactivos. Reactivos para las análisis por pesadas y por vía húmeda. Disolventes simples. Ácidos y halógenos. Bases y metales. Sales. Reactivos para las análisis en peso, por vía seca. Reactivos para las análisis por líquidos titulados.

Combinaciones ó compuestos que sirven para separar y determinar el peso de las bases y óxidos metálicos, subdividiéndolos en seis grupos.

Combinaciones ó compuestos que sirven para determinar el peso de los ácidos anorgánicos, subdividiéndolos en tres grupos.

Determinación del peso de los cuerpos.—Determinación del peso



de las bases en los compuestos que no contienen más que una base y un ácido ó un metal y un metaloide. Determinación del peso de los ácidos y su separación de las bases en los compuestos que no contienen más que un ácido y una base ó un metal y un metaloide.

Separación de los cuerpos. Separación de las bases entre sí. Separación de los ácidos entre sí.

*Ensayes volumétricos por precipitación.*

Del cobre según el método de Pelouze.— Del zinc según el método de Schaffner.— De la plata según el método de Gay Lussac.— Del plomo según el método de Mohr.— Del ácido sulfúrico según Wildenstein (2.º procedimiento).

*Oxidimetría.*

Ensaye del fierro método Margueritte.— Ensaye del fierro método Braun.— Ensaye del fierro método de Gudenant.— Ensaye del fierro método de Fresenius.— Ensaye del antimonio método de Mohr.

*Alcalimetría.—Acidimetría.*

*Clorimetría.*

Ensayes eletrolíticos del cobre, método de Luchow.

*Cálculo de los análisis.*

Ejercicios de análisis cuantitativa grabados convenientemente y escogidos entre los que trae el texto.

*Dosimacia.—Parte general.*

Introducción.—Compuestos que

se someten al ensaye dosimástico.—Instrumentos, aparatos y utensilios para los ensayes.—Hornos, vajillas para los ensayes.—Reactivos especiales usados en Dosimacia.—Trabajos mecánicos del ensayador.—Trabajos químicos del ensayador.

*Parte especial.*

Ensaye de combustibles.—Determinación de la cantidad de cenizas, humedad, poder calórico, contenido de carbón, rendimiento en coke.

Ensayes de fierro por vía seca, método alemán é inglés.—Ensayes de cobre método alemán é inglés.— Ensaye de platas por escorificación, concentración y fundición en minerales y escorias.—Teoría y práctica de la Copelación.— Ensayes de monedas y vajillas.—Ensayes de oro.—Ensayes de plomo.— Ensaye de mercurio por destilación.

CURSO DE METEOROLOGÍA  
É HIDROGRAFÍA.

*Hidrografía.*

Instrucciones y consideraciones generales sobre el objeto de la Hidrografía.

Topografía.

Operaciones topográficas en el mar.

Instrumentos, descripción y uso.

Operaciones hidrográficas.

Sondeos.

*Estudio de los mares.*

Mareógrafos y escalas de las mareas.

*Hidrografía Expedita.*

Levantamiento rápido de una bahía, etc.

Reconocimiento de un río.

Levantamiento de una isla ó de una porción de costa entre dos puntos cuya posición es conocida.

*Meteorología.*

Definición y objeto.

La atmósfera, su composición y peso.

Barómetro. Descripción y correcciones.

Temperatura del aire y de la tierra.

Termómetros. Descripción y corrección.

Uso.

Movimiento de la atmósfera.

Humedad del aire.

Precipitación del vapor de agua.

Nubes. Clasificación, altura, etc.

Lluvia. Medida de la lluvia. Pluviómetro.

Descripción y uso.

Rocío. Escarcha. Neblinas. Brumas. Nieve. Granizo.

*Tempestades. Huracanes.*

Trombas. Ciclones. Tornados, su causa, leyes que los rigen y estudios de estas mismas leyes.

*Fenómenos Eléctricos.*

Electricidad atmosférica.— Instrumentos para medirla.

Relámpagos. Truenos. Auroras boreales.

*Fenómenos Ópticos.*

Espejismo. Arco-Iris. Coronas.

Halos.—Parhelias. Estrellas errantes.

*Meteoros Errantes.*

Bóidos y aereolitos.

*Mineralogía, Geología y*

*Paleontología.*

El curso de Mineralogía comprende: Idea general de la Mineralogía, su definición y recordación de los principales principios matemáticos, físicos, etc., que sirven de base al estudio de la Mineralogía. Subdivisiones que se hacen para emprender el estudio, razones de esto. Mineralogía física. Cristalografía descriptiva que comprende el estudio de los caracteres generales de los cristales, las leyes cristalográficas, la discusión de los sistemas cristalinos y el estudio pormenorizado de los seis sistemas cristalinos. Cristalografía Matemática. Métodos de cálculo aplicables á los cristales en general, método de cálculo especial á los diferentes sistemas cristalinos. Métodos geométricos que se emplean para la representación gráfica de los cristales, para poder resolver gráficamente varios de los problemas de Cristalografía. Estudio de los cristales gemelos y de las agrupaciones de los cristales. Irregularidades de cristales. Seudomorfosis de los cristales. Caracteres físicos de los minerales. Estudio de la cohesión; elasticidad, crucero, fractura, dureza y tenacidad en los minerales. Determinación del peso específico. Caracteres ópticos de los mi-



nerales; principios fundamentales de óptica; caracteres distintivos y su discusión, de los cristales que pertenecen á diferentes sistemas. Dificultad y transparencia, color, lustre, etc. Acción del calor, de la electricidad y del magnetismo sobre los cuerpos minerales sobre los cristales. Sabor y olor de algunos minerales. Mineralogía química. Constitución química de los minerales. Dimorfismo é isomorfismo. Ermen químico de los minerales por la vía húmeda y por la ígnea; análisis al soplete. Mineralogía descriptiva. Estudio y discusión de las clasificaciones de las especies minerales. Estudio y descripción de setecientas especies de minerales y algunas variedades de los más comunes y útiles en la práctica del ingeniero de minas y del petrografista.

Al terminar el estudio de la Cristalografía descriptiva, los alumnos tendrán la obligación de asistir á las academias prácticas que serán dadas por el preparador de la clase y que versarán sobre lo que haya explicado el profesor de la clase anterior á la del día. En estas academias se estudiará el manejo del soplete para la determinación de los minerales y de las rocas.

(La clase será diaria y su duración de una y media horas; las academias serán diarias y durarán una hora. Este curso se desarrollará en un lapso de tiempo que no exceda de tres meses).

#### *Curso de Geología.*

Definición de la Geología y de sus subdivisiones principales, importancia de su estudio y enumeración de las ciencias que le sirven de auxiliares. Exposición del plan que hay que seguir en este estudio. Geología. Dinámica. Agentes atmosféricos, su acción química y mecánica sobre la corteza terrestre. Agentes acuosos, estudio de las corrientes, de las cataratas ó cascadas, fenómenos de erosión y de transporte, distribución de los sedimentos, estudio de los lagos, sedimentación y terreno de acarreo, formaciones de los deltas, barras, estatuarios, etc. Estudio de las aguas marinas, oleaje y marea, su poder de erosión y de transporte, depósitos marinos ú oceánicos. Neveras y ventisqueros, su definición, estudio de las condiciones para su existencia, leyes que los rigen, su acción erosiva y de transporte, depósitos que forman; teorías relativas á estas formaciones; hielos flotantes como agentes geológicos. Estudio comparativo de la acción mecánica del agua bajo sus diversas formas y estados. Estudio del agua como agente químico, estudio de las aguas subterráneas, de los manantiales de los pozos artesianos, formación de las grutas en los terrenos calizos. Depósitos químicos de los manantiales de aguas minerales, estudio de los geysers, de las aguas ferruginosas, sedimentosas, sulfurosas, etc., depósitos qui-

micos en los lagos, depósito en los mares.

Agentes ígneos. Estudio del calor interno de la tierra, su causa y estudio crítico de las principales teorías admitidas, estudio de la teoría más probable. Estudio del vulcanismo y de los principales fenómenos que se atribuyen á esta causa. Estudio de los temblores, su clasificación y método para estudiarlos, aparatos que se usan, teorías admitidas. Movimientos lentos de elevación y depresión de la corteza terrestre, movimientos que no se atribuyen á los temblores, teorías principales.

Agentes orgánicos. Acumulaciones de materias vegetales, turberas, madera de acarreo, hierro de los pantanos, formaciones carboníferas de minerales ferruginosos; teorías principales. Acumulación de materiales calizos, arrecifes de coral, islas, etc., formaciones de creta, calizas de conchas. Estudio geológico de la forma general y de los materiales que se encuentran en la corteza terrestre. Estudio de las rocas estratificadas. Estudio de las rocas ígneas y de las metamórficas. Práctica de microscopio aplicada al estudio y determinación de las rocas, siguiendo los principios de la escuela alemana. Estudio de la estructura común de las rocas y sus modificaciones. Vetas y formaciones metalíferas, leyes principales que gobiernan estas formaciones y estudio comparativo de las principales teorías. Montañas, su origen y estruc-

tura, agentes geológicos que contribuyen á su formación y destrucción.

Estudios de la erosión general. Aplicaciones de los conocimientos adquiridos y que se presentan con más frecuencia en la carrera del ingeniero de minas. Geología histórica. Descripción de los principales tipos de las formaciones geológicas y especialmente las del continente americano y formaciones mexicanas.

Curso de Paleontología. Este ramo de las ciencias naturales se debe estudiar antes de emprender el estudio de la Geología histórica y comprenderá: Nociones generales sobre los fósiles, definiciones de los términos técnicos empleados. Protozoarios, Espongiarios, Coelenterados, Esquinodermos, Gusanos, Moluscos y Artropodos.

Estos dos cursos se desarrollan en los cinco meses finales, siendo las clases diarias y de hora y media.

Durante la clase los alumnos harán ejercicios prácticos, sirviéndose de todos los elementos de que dispone el gabinete y en la tarde el preparador tiene la obligación de dar academias, bajo el mismo plan que las de Mineralogía.

#### CURSO DE VÍAS DE COMUNICACIONES TERRESTRES.

##### PRIMERA PARTE.

##### *Carreteras.*

Consideraciones generales. Objeto de las carreteras. Resistencia á la tracción. Poder tractivo de las bestias de tiro. Elección de la cal-



zada ó superficie de rodamiento. Su valor económico. Aseo. Seguridad. Duración.

Trazado de las carreteras. Consideraciones que fincan en el trazado. Longitud del camino. Pendientes y rampas. Límite de pendiente. Reconocimiento del terreno. Estudio preliminar. Localización del eje de la carretera. Construcción de los planos y perfiles. Secciones transversales. Curvatura de terracerías. Estimados. Comparación entre dos trazados. Cambios que pueden hacerse en buenas condiciones económicas. Calzada. Sección transversal. Perfiles, tipo. Partes de que se componen. Dimensiones que deben tener, según el tráfico á que han de servir.

Drenaje de las calzadas. Necesidad del drenaje. Drenaje exterior. Drenaje interior. Naturaleza de los drenajes que se reúnan en las calzadas. Tipos de drenes. Alcantarillas.

Calzadas empedradas. Definición. Varios sistemas. Elección de la cimentación. Elección de los materiales. Arreglo de éstos. Espesor de la calzada. Encajonamiento. Bombeo. Conservación. Reparaciones, diversos sistemas. Construcción. Máquinas y herramientas que se emplean. Obras de defensa. Plantaciones.

Calzadas pavimentadas. Preparación del encajonamiento ó lecho de la calzada. Cimentación. Empleo de la arena. Grava y piedra quebrada. Betún. Ladrillo. Arena y tablodes. Pavimento de ladrillo.

Adoquín de ladrillo. Pruebas del adoquín. Cimentación. Construcción. Mantenimiento. Aseo.

Pavimentos de asfalto. Asfalto. Rocas asfálticas. Adoquines de asfalto. Cimentación. Construcción. Mantenimiento. Aseo.

Pavimentos de madera. Adoquines de madera. Elección de la madera. Preservación de la madera. Formas típicas. Cimentación. Construcción. Mantenimiento. Aseo.

Pavimentos de piedra. Adoquines de piedra. Sus formas típicas. Naturaleza de la roca empleada. Elección y pruebas. Construcción. Cimentación. Mantenimiento. Aseo.

Calzadas diversas. Su naturaleza. Construcción y mantenimiento.

Calles. Disposición de las calles en las ciudades. Anchura y sección transversal. Pendientes y rampas. Intersección de calles. Aceras. Guarderías y cuñetas. Desagües. Cruzamientos. Plantaciones. Aseo.

#### SEGUNDA PARTE.

##### *Ferrocarriles.*

Introducción. Definiciones. Reglas económicas.

Estudio de los proyectos y de las condiciones que los gobiernan. Naturaleza y causas que concurren en un trazado para modificar el monto de los ingresos. Tráfico probable y ley que gobierna sus productos. Gastos de explotación.

Detalles sobre los alineamientos. Naturaleza é importancia de los pequeños detalles en los alineamientos. Efectos de los gastos de explotación.

tación. Efectos de las entradas. Ley bajo la cual se unen. Curvatura. Peligros de accidentes. Datos estadísticos sobre la curvatura. Dificultad para cumplir con el itinerario. Efectos en el patinamiento de los carros. Efecto moral de impedir la fácil circulación. Efectos de limitar el uso de máquinas pesadas. Resistencia en las curvas. Sección de los rieles.

Efectos en los gastos de explotación. Tangentes largas.

Pendientes y rampas.

Clases de pendientes. Leyes de la aceleración y retardo en la marcha. Perfiles virtuales. Límite de seguridad en los cambios de pendiente. Efectos en los gastos de explotación. Consideraciones sobre el monto total. Curvas verticales.

Límites de pendientes y curvatura.

Importancia relativa de las pendientes. La máquina locomotiva. Bogie. Poder tractivo. La caldera. Poder de los cilindros. Ganancias debidas á al expansión. Causas de pérdidas debidas á defectos en el mecanismo.

Material rodante.

Estudio del material rodante americano. Estudio del material rodante inglés.

Resistencia de los trenes.

Resistencia de los trenes de carga. Resistencias debidas al movimiento. Efectos del tamaño de las ruedas y los ejes. Resistencias debidas á la velocidad. Tablas sobre

la resistencia de los trenes. Resistencia de la locomotiva.

Efectos de las pendientes en la carga de los trenes.

Datos prácticos sobre la capacidad de tracción de los diferentes tipos de máquinas sobre diversas pendientes. Variaciones en la carga remolcada por cambios sufridos en las pendientes. Efectos de la carga de los trenes en los gastos de explotación. Máquinas de refuerzo. Equilibrio de las pendientes para un tráfico desigual.

Compensación de curvas.

Límite máximo de curvatura. Dificultades inherentes á las curvas fuertes. Límite de los efectos de la curvatura.

Elección de las pendientes y medios para reducirlas.

Cómo se proyectan pendientes suaves y fuertes. Pendientes fáciles. Pendientes fuertes. Recursos para reducir el costo y conservación de las fuertes pendientes. Caminos de grandes pendientes.

Problemas económicos.

Líneas troncales y ramales. Ley de incremento geométrico del tráfico. Líneas troncales en competencia. Líneas troncales sin competencia. Ramales.

Rieles ligeros para ferrocarriles de poca importancia.

Rieles. Recursos económicos. Rieles y vía. Obras.

Economía en la construcción.

Economías que no perjudican. Economías perjudiciales y mal entendidas.