

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 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 (2º procedimiento).

*Oxidimetría.*

Ensaye del hierro método Marguerite.—Ensaye del hierro método Braun.—Ensayo del hierro de Oudenant.—Ensaye del hierro método Fresenius.—Ensaye del antimonio método de Mohr.

*Alcalimetría.—Acidimetría.—Clometría.*

Ensayes electrolíticos del cobre, método de Luchow.

*Cálculo de los análisis.*

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

*Docimasia.—Parte general.*

Introducción.—Compuestos que se someten al ensaye docimástico.—Instrumentos, aparatos y utensilios para los ensayos.—Hornos,

vasijas para los ensayos.—Reactivos especiales usados en Docimasia.—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 hierro por vía seca, método alemán é inglés.—Ensayes de cobre, método alemán é inglés.—Ensayes de plata, 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 las mareas.*

Mereógratos 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. Nieblas. Brumas. Nieve. Granizo.

*Tempestades. Huracanes.*

Trombas. Ciclones. Tornados. Su causa, leyes que los rigen y estudio 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 detonantes.*

Bóolidos y aereolitos.

*Mineralogía, Geología y Paleontología.*

El curso de Mineralogía comprende:—Idea general de la Mineralogía, su definición y recordación de los principales principios mate-

máticos, 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, métodos de cálculo especiales á los diferentes sistemas cristalinos.—Métodos geométricos que se emplean para la representación 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 los 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 minerales; principios fundamentales de óptica; caracteres, distintivos y su discusión, de los cristales que pertenecen á diferentes sistemas.—Dianidad y transparencia, color, lustre, etc.—Acción del calor, de la electricidad y del magnetismo sobre los cuerpos minerales y sobre los cristales.—Sabor y olor de algunos minerales.—Mineralogía Química.—Constitución química de los mine-

rales.—Dimorfismo é insomorfismo.—Examen químico de los minerales por la vía húmeda y por la ignea; 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 y uso de los aparatos, con especialidad el microscopio polarizador y 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 terrenos de acarreo, formaciones de los deltas, barras, estuarios, etc.—Estudio de las aguas marinas, oleaje y marea, su poder de erosión y de transporte, depósitos marinos, formación de bancos y de tierra firme debida á los agentes 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, selenitosas, sulfurosas, etc., depósitos químicos en los lagos, depósitos en los mares.

Agentes igneos.—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 clasifi-

cación 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 y de minerales ferruginosos; teorías principales.—Acumulaciones 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 igneas y de las metamórficas.—Práctica de microscopio aplicado al estudio y determinación de las rocas, siguiendo los principios de la escuela alemana.—Estudio de la estructura común de las rocas y de sus modificaciones.—Vetas y formaciones metalíferas, leyes principales que gobiernan estas formaciones y estudio comparativo de las principales teorías.—Montañas, su origen y estructura, agentes geológicos que contribuyen á su formación y destrucción.

Estudio de la erosión en 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, Equinodermos, Gusanos, Moluscos y Artrópodos.

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 VIAS 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 calzada ó superficie de rodamiento.—Su valor económico.—Aseo.—Seguridad.—Duración.

Trazado de las carreteras.—Consideraciones que fija 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.—Cubatura de terracerías.—Estimados.—Comparación entre dos tarzados.—Cambios que pueden hacerse en buenas condiciones económicas.—Calzada.—Su definición.—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 derechos que se unan 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 tablonos.—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.—Guarniciones 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 trazo 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.—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.—Límites 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 la 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 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 para 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 cuevas.

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 del 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.

Mejoras en líneas viejas.

Defectos comunes.— Construcción del perfil virtual.

Modo de remediar los defectos.

Cruzamiento á nivel y vías de servicio.

Trazado.

Reconocimiento.— Estudio preliminar.— Localización.— Ilusiones oculares.— Levantamiento de la faja fotográfica.— Trabajos de campo para topografía.— Construcción de los planos y proyecto de localización en ellos.— Estimado de las cantidades de terracería y mampostería.— Diversos métodos para la curvatura de las tierras.

Obras de arte destinadas al restablecimiento de servidumbres interrumpidas.— Alcantarillas abiertas.— Alcantarillas de arco.— Sifones.— Pedreras.

Túneles.

Trazado.— Ejecución de los trabajos.— Diversos métodos.— Obras notables de este género.

#### TERCERA PARTE.

##### *Puentes de madera y metálicos.*

Puentes de madera.

Introducción.— Términos técnicos con que se designan las diferentes partes de un puente.— Desarrollos que han alcanzado los puentes de madera.— Necesidad de emplearlos.— Inspección.— Reparación.— Economía.— Dibujos y proyectos.— Seguridades contra incendio.— Clasificación.

Burros formados con pilotes.

Pilotes.— Cuándo deben usarse.

Maderas que se emplean.— Cualidades de ella.— Varios modos de

colocar los pilotes.— Empalmes de pilotes.— Azuches.— Modo de impedir que se astillen los pilotes.— Clavado.— Fórmulas que rigen el clavado.— Preservación de las maderas.— Costo.— Manera de unir el pilote al cabezal.

Martinetes.— Fijos.— Flotantes.— Sobre plataforma.— De vapor.— Empleo del agua para hincar los pilotes.

Burros.— Cimentación.— Soleras.— Pies derechos.— Cabezal.— Empalmes.— Proporciones.

Sistemas de pisos.

Zapatas.— Trabes.— Durmientes.— Guardarrieles.— Modo de asegurar el piso por la parte inferior.— Clavado de los rieles.

Contravientos.— Burros de gran altura.— Empalme de las maderas para burros de gran altura.— Disposiciones que se dan á los burros en puentes curvos.— Diversos tipos de burros.

Herraje.— Clavos.— Clavijas.— Pernos.— Tuercas.— Rondanas de hierro dulce.— Rondanas de hierro colado.— Piezas de separación.

Conexión de los puentes de madera con los terraplenes.— Disposiciones para evitar descarrilamientos.

Trazado en el terreno de los puentes de madera.— Erección de la obra.

Preservación de las maderas.

Especificaciones.

Cantidad (piés de tablón ó metros cuadrados) de madera necesaria.— Presupuestos.— Conservación.

Consideraciones teóricas.— Dibujos.— Proyectos.

##### *Puentes metálicos.*

Puentes de Armadura.

Definiciones y Datos.

Definiciones.— Carga.— Carga de seguridad.— Factor de seguridad.— Módulo absoluto de seguridad.— Ejemplos de tensiones que han sido puestos en práctica.— Carga de ensayo.— Ajuste.— Trabe simple.

##### *Sistema de Caballetes.*

Armadura de caballetes.— Caballetes invertidos.— Viga con tornapuntas.— Cantidad mínima de material empleado.— Depresión mínima.— Vigas armadas.— Vigas de doble par.— Depresión del tirante.— Solución por diagramas.— Armadura Fink.— Tornapuntas y tirantes de diferentes inclinaciones.— Armaduras invertidas.— Armaduras Bollman.

##### *Armaduras de Cuerdas paralelas.*

Armadura trapezoidales.— Armaduras trapezoidales modificadas.— Tensiones en éstas.— Armaduras trapezoidales invertidas.— Ejemplos.

##### *Armaduras triangulares.*

Cuerdas, superior é inferior, horizontales.— Definición.— Los triángulos son las figuras geométricas más propias para las armaduras.— Condiciones supuestas.

1er. Caso.— Una semi-armadura está cargada de un peso único en su extremo libre; se piden los esfuerzos en los tirantes, barras y cuerdas, estando las barras y tirantes igualmente inclinados.— Esfuer-

zos en las barras y tirantes.— Esfuerzos en las cuerdas.

2º Caso.— La semi-armadura tiene pesos iguales en cada uno de los nudos de la cuerda interior.— Esfuerzos en las barras y tirantes.— Esfuerzos en las cuerdas.— Ejemplos.— Puentes giratorios.

3er. Caso.— Una armadura triangular reposa por ambos extremos, y está cargada de un peso en un punto cualquiera de su cuerda superior.

Solución geométrica.— Observaciones.

4º Caso.— Una armadura triangular está cargada en todos los nudos de la cuerda superior.— Distribución de los esfuerzos en los tirantes.— Resultados.— Fórmulas de los esfuerzos en las barras— tirantes para cargas uniformes.— Máximo de esfuerzos en las barras tirantes.— Esfuerzos en las cuerdas.— Modificaciones para el caso de que el número de entre-nudos de la cuerda inferior sea impar.— Armaduras invertidas.— Consideración del peso de las armaduras.— Esfuerzos en las cuerdas cuando se considera el peso de las armaduras.— Dimensiones de los tirantes.— Dimensiones de las barras.— Dimensiones de las cuerdas.

5º. Caso.— Armadura triangular cargada en los nudos de la cuerda soportada.— Distribución de los esfuerzos.— Esfuerzos en las barras— tirantes.— Método general.— Problemas.— Esfuerzos en las cuerdas.— Ejemplos.— Material minimum