

**actividades  
académicas**

**año académico 1979-1980  
división de estudios de posgrado de la facultad de ingeniería, unam.**



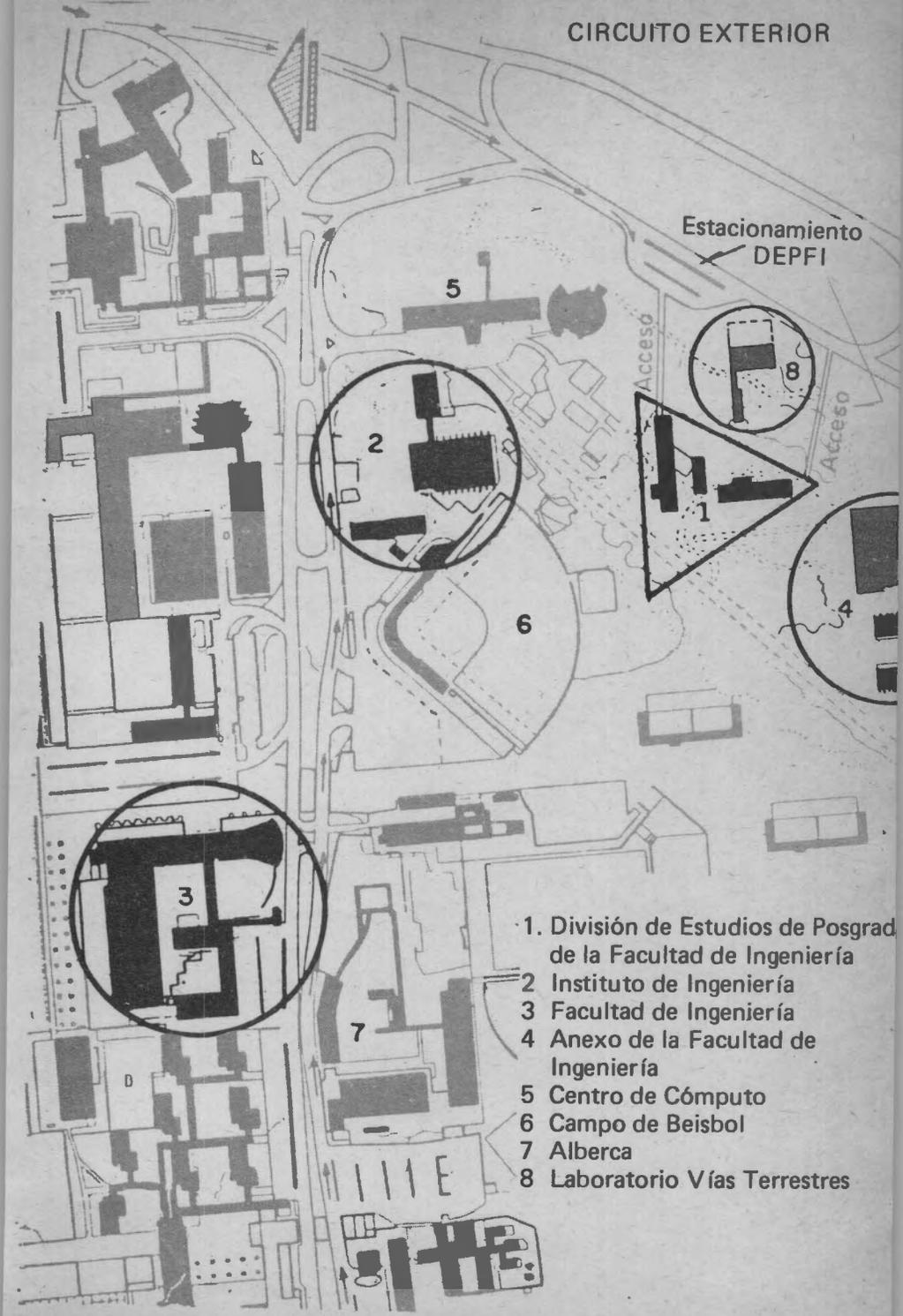
DEPA

F-DEPA

PRO-0016

1979-1980

Ej. 3



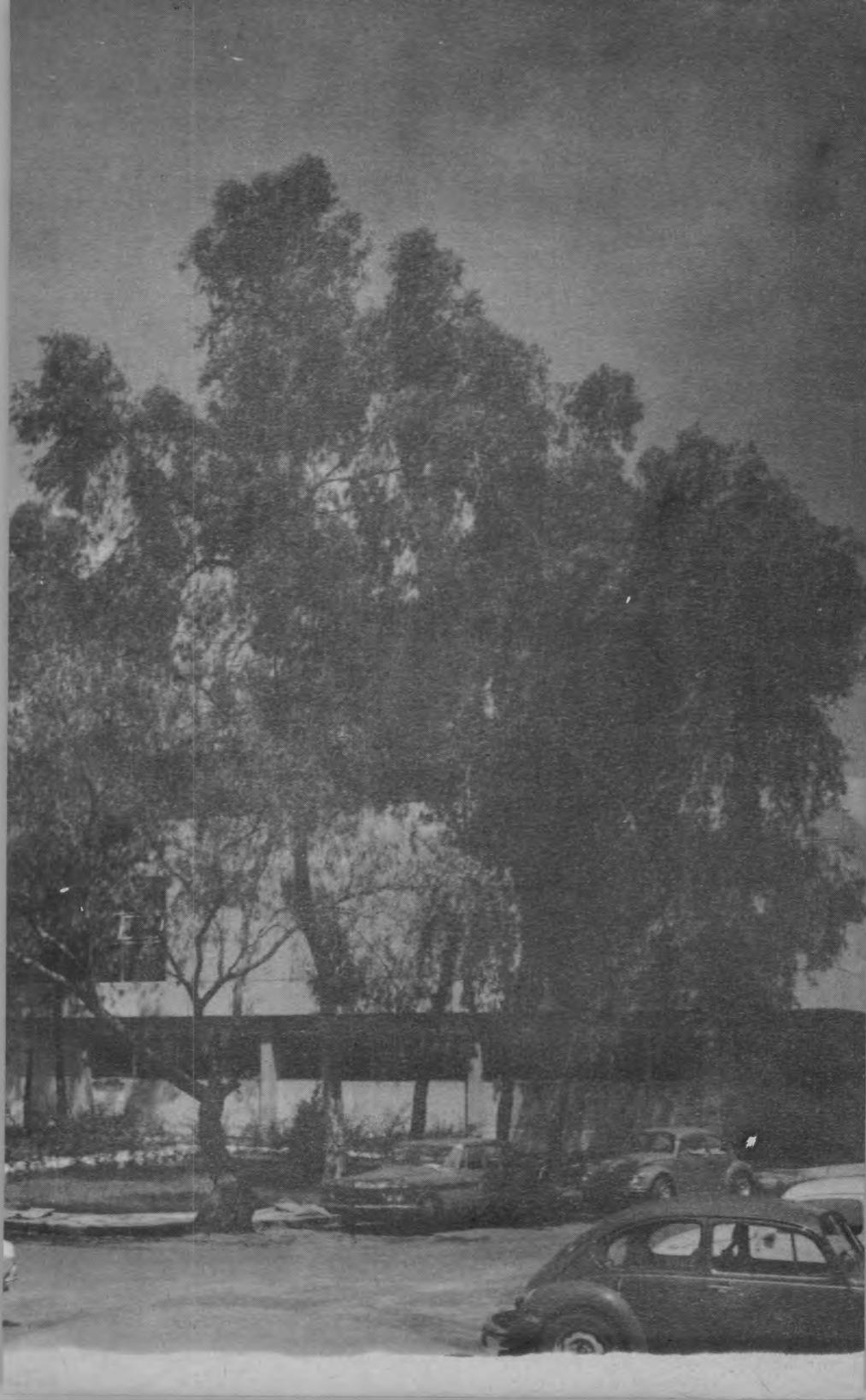
- 1. División de Estudios de Posgrad de la Facultad de Ingeniería
- 2. Instituto de Ingeniería
- 3. Facultad de Ingeniería
- 4. Anexo de la Facultad de Ingeniería
- 5. Centro de Cómputo
- 6. Campo de Beisbol
- 7. Alberca
- 8. Laboratorio Vías Terrestres

De Av. Insurgentes

17881

G(2)





Pág.

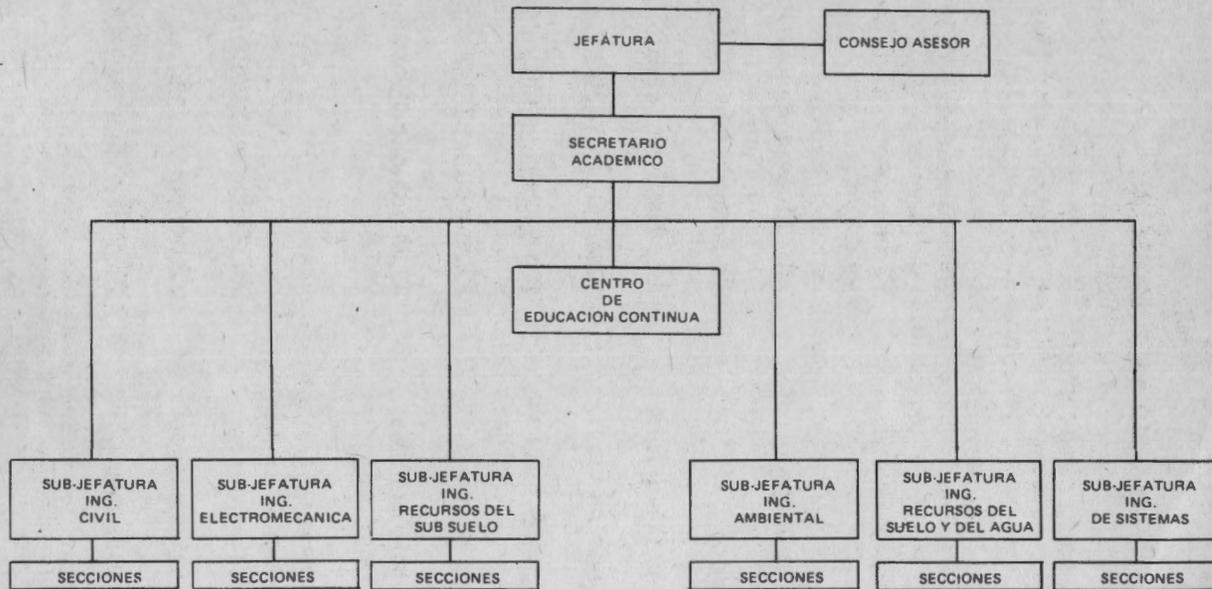
CONTENIDO

Organigrama .....	12
Autoridades .....	13
Profesorado .....	16
Objetivos .....	22
Resumen académico .....	23
Admisión .....	29
Becas .....	34
Reglamentos .....	37
Normas para alumnos .....	38
Planes de estudio .....	42
• Ambiental .....	44
• Control .....	54
• Eléctrica .....	59
• Electrónica .....	66
• Estructuras .....	72
• Hidráulica .....	78

• Investigación de Operaciones .....	83
• Matemáticas .....	92
• Mecánica .....	98
• Mecánica de Suelos .....	105
• Mecánica Teórica y Aplicada .....	111
• Petrolera .....	118
• Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos ...	127
• Planeación .....	130
• Construcción .....	134
Temarios de cursos introductorios .....	137
Catálogo de asignaturas .....	166

El calendario de actividades correspondientes al segundo semestre del año 1979-1980, deberá de solicitarse a la Secretaría Académica Auxiliar de la DEPFI, Ciudad Universitaria, Apdo. Postal 70-256 teléfono 548-58-77.

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA



**CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE LA DIVISION  
DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNAM**

**PRIMER SEMESTRE  
1980**

Inscripciones a cursos introductorios intensivos*	6, 7 y 8 de agosto 1979
Pagos de cursos introductorios intensivos	20 al 24 de agosto 1979
Cursos introductorios intensivos	27 de agosto al 13 de septiembre 1979
Exámenes finales	24 y 25 de septiembre 1979
Resultados	28 de septiembre 1979
Exámenes de admisión	1o., 2 y 3 de octubre 1979
Resultados	5 de octubre 1979
Inscripciones	8, 9 y 10 de octubre 1979
Iniciación de clases	22 de octubre 1979
Periodo para cambios (altas y bajas)	22 de octubre al 9 de noviembre 1979
Periodo de pago de cuotas (Cursos regulares e introductorios)	26-30 de noviembre 1979
Terminación de clases	22 de febrero 1980
Exámenes finales	25 al 29 de febrero 1980

\* Se ofrecerán los siguientes cursos: Matemáticas temas 1 y 2, Probabilidad y estadística, Hidráulica y Estática y resistencia de materiales.

**Dr. Guillermo Soberón Acevedo**  
Rector de la  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Ing. Javier Jiménez Espriú**  
Director de la Facultad de Ingeniería, UNAM

**Dr. Pedro Martínez Pereda**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado

**Dr. Ubaldo Bonilla Domínguez**  
Secretario Académico de la División de Estudios  
de Posgrado

**Ing. Rogerio Zubieta Cárdenas**  
Jefe del Centro de Educación Continua, DEPFI

**C.P. Patricia Estrada Saldate**  
Delegado Administrativo, DEPFI

## JEFES DE LAS SECCIONES

Ambiental

Dr. Raúl Cuéllar Chávez

Construcción

Ing. Gabino Gracia Campillo

Control

M. en I. Pedro Joselevich Cohen

Eléctrica

M. en I. Rafael Cristerna Ocampo

Electrónica

M. en I. Pedro Joselevich Cohen

Estructuras

Ing. Julio Damy Ríos

Hidráulica

Dr. Rolando Springall Galindo

Investigación de Operaciones

Dr. Sergio Fuentes Maya

Matemáticas

Ing. Arturo Delgado Rodríguez

Mecánica

Dr. Enrique Chicurel Uziel

Mecánica de Suelos  
M. en I. Abraham Díaz Rodríguez

Mecánica Teórica y Aplicada  
Dr. Porfirio Ballesteros

Petrolera  
M. en C. Ulises Ricoy Saldaña

Planeación  
M. en C. Agustín Paulín Pérez

## PROFESORADO

### Ambiental

Dr. Jorge Aguirre Martínez  
Dr. Ubaldo Bonilla Domínguez  
M. en I. Roberto Contreras Martínez  
Dr. Raúl Cuéllar Chávez  
M. en C. Vicente Fuentes Gea  
Dr. Ovsei Gelman Muravchik  
Dr. Federico Groenewold  
M. en I. José de Jesús Lara Tejeda  
Dr. Pedro Martínez Pereda  
M. en I. Gastón Mendoza Gámez  
M. en I. Gabriela Moeller de Jalife  
M. en C. Francisco Montejano Uranga  
M. en C. Raúl Enrique Ochoa Elizondo  
M. en I. Arnulfo Paz Sánchez  
Dr. Rodolfo Quintero Ramírez  
M. en C. Natalia Salcedo Olavarrieta  
M. en C. Mario Solano González  
M. en C. Eloy Urroz Jiménez  
M. en I. Humberto Vidales Albarrán

### Control

M. en C. Alejandro Guarda Auras  
M. en C. Ismael Espinosa Espinosa  
Ing. Antonio Estandía González  
Dr. José Luis Farah Ibáñez  
Dr. José S. Florio Mazzú  
Dr. Víctor Gerez Greiser  
Dr. Horacio Martínez Carranza

### Eléctrica

Dr. Jorge Angeles Alvarez  
Dr. Eduardo Arriola Valdes  
M. en I. Rafael Cristerna Ocampo  
Ing. Roberto Espinoza Lara  
Ing. Rafael Guerrero Cepeda  
Ing. Augusto O. Hintze V.  
M. en C. Faustino Lara Núñez  
Dr. Arturo R. Miles Knight  
Dr. Sergio A. Molina García  
Ing. Amor Parera Bahí  
M. en I. Arturo Peón Zapata  
Ing. Jesús Sada Gámiz  
Ing. Fernando Sosapavón Estrada

### Electrónica

M. en I. Eduardo Cristo Alvarez  
M. en I. César Chávez Zapata  
Ing. Roberto Daza Gómez Torres  
M. en C. Alejandro Guarda Auras  
M. en C. Luis Marcial Hernández Ortega  
M. en C. Pedro Joselevich Cohen  
M. en I. Klaus Michael Lindig Bös  
Ing. José Miguel Martínez Alcaraz  
M. en C. Caupolicán Muñoz Gamboa  
M. en I. Juan Luis Newman

### Estructuras

M. en I. Francisco Aguilar López de Nava  
Ing. Arturo Arias Suárez  
Dr. Porfirio Ballesteros Barocio  
Ing. Oscar de Buen López de Heredia  
Ing. José Luis Camba Castañeda  
M. en I. Ramón Cervantes Beltrán  
Ing. Julio Damy Ríos  
Dr. Luis Esteva Maraboto

M. en I. Enrique Mendoza Otero  
Dr. Roberto Meli Piralla  
M. en I. Víctor Porras Silva  
M. en C. Jorge Prince Alfaro  
Dr. Octavio Rascón Chávez  
Dr. Eduardo Rukos Manzur  
M. en C. Neftalí Rodríguez Cuevas  
Dr. Emilio Rosenblueth Deutsch  
Dr. Francisco J. Sánchez Sesma  
M. en C. Enrique del Valle Calderón

#### **Hidráulica**

Ing. Moisés Berezowsky Verduzco  
M. en I. Antonio Capella Vizcaíno  
Ing. Rubén Chávez Guillén  
M. en I. Carlos Cruickshank Villanueva  
Ing. Ramón Domínguez Mora  
Dr. Gabriel Echávez Aldape  
M. en I. Oscar Fuentes Mariles  
Ing. Manuel García Flores  
M. en C. Fernando González Villarreal  
M. en I. Javier González Villarreal  
Ing. Jesús Gracia Sánchez  
Dr. Gerardo Hiriart Le-Bert  
Dr. Enzo Levi Lattes  
M. en I. José Antonio Maza Alvarez  
M. en I. Eduardo Mestre R.  
M. en I. Guillermo Ortega Gil  
M. en I. José Luis Sánchez Bribiesca  
M. en I. Gilberto Sotelo Avila  
M. en I. Jaime E. Sancho y Cervera  
Dr. Rolando Springall Galindo  
Ing. Sergio Tirado Ledesma  
M. en I. Oscar Vega Roldán

#### **Investigación de Operaciones**

Dr. José Luis Aburto Avila

Dr. Miguel Cobián Sela  
Dr. Leonel Corona Treviño  
M. en C. Alfonso Díaz Andrade  
Dr. Sergio Fuentes Maya  
M. en I. Antonio García Arana  
M. en C. Carlos Gómez Figueroa  
Dr. Javier Márquez Díez-Canedo  
Dr. Felipe Lara Rosano  
Dr. Carlos Llerena Hermosillo  
M. en I. Francisco Jauffred Mercado  
M. en C. Josefina Mancera de Castro Reguera  
M. en C. Germán Monroy Alvarado  
M. en I. Alberto Moreno Bonett  
Dr. Jaime Pacreu Viscaya  
Dr. David Romero Vargas  
Dr. Felipe Ochoa Rosso  
M. en I. Leonard Rapoport Yawitz  
M. en I. Fernando Schutz Estrada

#### Matemáticas

Ing. Pedro Alcántara Aguilar  
M. en I. Gabriel Auvinet Guichard  
Ing. Abel Camacho Galván  
Ing. David Camacho Galván  
M. en C. Josefina Mancera de Castro Reguera  
M. en C. Verónica C. de Gerez  
M. en C. Arturo Delgado Rodríguez  
Dr. Jorge Díaz Padilla  
Dr. José Florio Mazzú  
M. en I. José de Jesús Lara Tejeda  
Ing. Andrés Lasaga Gómez  
Dr. Enzo Levi Lattes  
Dr. Alejandro López Toledo  
Dr. Marco Antonio Murray Lasso  
Act. Ma. Francisca Naranjo Pérez de León  
Dr. Octavio A. Rascón Chávez  
Fís. Justino Pineda Larios  
Prof. Francisco Reyes Araneda

M. en I. Manuel Sánchez Valdenegro.  
M. en I. Rubén Téllez Sánchez  
M. en I. Augusto Villarreal Aranda

#### Mecánica

M. en C. Manuel Aguirre Gándara  
Dr. Jorge Angeles Alvarez  
M. en C. Gustavo Best Brown  
M. en C. Roberto Best Brown  
Dr. Jaime Cervantes de Gortari  
Dr. Enrique Chicurel Uziel  
Dr. Ricardo Chicurel Uziel  
Dr. Luis Ferrer Argote  
Dr. Yván Houbaert Irmen  
Dr. Gerardo Hirart Le-Bert  
Dr. Enzo Levi Lattes  
M. en I. Alejandro F. Romero López  
Dr. Mihir Sen

#### Mecánica Teórica y Aplicada

Dr. Jorge Angeles Alvarez  
Dr. Porfirio Ballesteros Barocio  
Dr. David Binding  
Dr. Jaime Cervantes de Gortari  
Dr. Enrique Chicurel Uziel  
Dr. Ricardo Chicurel Uziel  
Dr. José L. Fernández Zayas  
Dr. Luis Ferrer Argote  
Dr. Enzo Levi Lattes  
Dr. Baltasar Mena Iniesta  
Dr. Mihir Sen

#### Mecánica de Suelos

Ing. Jesús Alberro Arámburu  
Ing. José María Bolívar del Valle  
M. en I. Abraham Díaz Rodríguez  
Dr. Raúl Flores Berrones

Dr. Eulalio Juárez Badillo  
Dr. Raúl J. Marsal Córdoba  
M. en I. Andrés Moreno Fernández  
M. en I. Alfonso Rico Rodríguez  
Ing. Nefthalí Rodríguez Cuevas  
M. en I. Carlos Silva Echartea  
Ing. Guillermo Springall Caram  
Dr. Leonardo Zeevaert Wiechers

#### **Petrolera**

Ing. Antonio Acuña Rosado  
Ing. Ramón Cadena Morales  
Ing. Alfredo Cortez Ponce de León  
M. en C. José García Rivera  
Dr. Tomás Limón Hernández  
Dr. Miguel Angel Llovera Polo  
Ing. Bernardo Martell Andrade  
M. en C. Carlos Morales Gil  
M. en C. Ulises Ricoy Saldaña  
Dr. Jesús Rivera Rodríguez  
Dr. Fernando Samaniego Verduzco  
M. en I. Napoleón Solórzano Zenteno  
Ing. Antonio Villavicencio Pino

#### **Planeación**

M. en I. Francisco J. Alvarez Caso  
Dr. José de Jesús Acosta Flores  
M. en I. Manuel García López  
M. en I. José F. Guerra Recasens  
M. en C. Luis E. Guillermo Peón  
M. en I. Reynaldo Herrera Mayorga  
Ing. Luis Maumejean Navarrete  
M. en I. Antonio Olivera Salazar  
M. en C. Agustín Paulín Pérez  
Mario Rodríguez Green  
M. en C. Fuhed Súcar Súcar  
M. en C. José L. Soberanes R.  
Arq. Alejandro Villanueva Egan  
M. en I. Sergio Zúñiga Barrera

## **OBJETIVOS**

La división de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería fue establecida formalmente en 1957 para ofrecer educación superior a la de licenciatura. En la actualidad cuenta con 89 profesores de asignatura, 36 profesores de carrera, 24 ayudantes de profesor y 2 técnicos académicos, y 850 alumnos. Tiene a su cargo, mediante programas de doctorado, maestría, especialización y educación continua, el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- formación de profesores para el ejercicio de la docencia en facultades y escuelas de ingeniería
- formación de investigadores capacitados para realizar trabajos originales a nivel científico.
- preparación de candidatos para el trabajo profesional especializado
- organización y desarrollo de actividades de programa de extensión universitaria para la actualización de conocimientos.

## RESUMEN ACADEMICO

Para cumplir sus objetivos, la División de Estudios de Posgrado ofrece:

- cursos para obtener los grados de Maestría y Doctorado
- cursos de especialización
- cursos cortos de actualización

### A. MAESTRIA

La maestría tiene los siguientes propósitos:

- a. Preparar personal académico especialmente capacitado para desempeñar actividades de docencia.
- b. Formación de personal académico en métodos de investigación.
- c. Desarrollar en el profesional una alta capacidad innovativa técnica o metodológica.

La Universidad otorga Maestría en Ingeniería en las siguientes especialidades:

- Ambiental (Ingeniería sanitaria, Control de la calidad del agua, Control de la calidad del aire, Control de residuos sólidos, Manejo de sistemas ambientales) \*
  - Control
  - Eléctrica (Sistemas eléctricos de potencia, Diseño de equipo eléctrico, Ingeniería de proyectos)
- \* A partir del ciclo lectivo octubre (1978)—marzo (1979), se otorga la Maestría en Ingeniería Ambiental en sustitución de la de Ingeniería Sanitaria, por acuerdo del Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería del 2 de agosto de 1978; y por acuerdo del Consejo Universitario del 20 de febrero de 1979.

- Electrónica (Diseño de sistemas digitales y microprocesadores, Diseño de sistemas analógicos)
- Estructuras
- Hidráulica (Aprovechamientos hidráulicos; Hidrología y Geohidrología, Calidad del agua)
- Investigación de Operaciones
- Mecánica (Diseño mecánico, Termociencias, Ingeniería de manufactura, Ingeniería de proyectos)
- Mecánica de Suelos
- Mecánica Teórica y Aplicada (Fluidos, Sólidos, Sistemas dinámicos)
- Petrolera (Física de yacimientos, Producción, Perforación)
- Planeación (Urbana, Regional, Corporativa, del Transporte)

Los planes de estudios para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería se han elaborado de manera tal que los candidatos puedan obtener el número de créditos requerido en tres semestres, según la especialidad, estudiando tiempo completo. Sin embargo, es posible obtener el grado en mayor tiempo, llevando semestralmente un programa reducido. Estos programas se fijan de común acuerdo entre el Jefe de la Sección correspondiente y el alumno.\*

Para optar el grado de Maestro, es necesario reunir un cierto número de créditos académicos de asignaturas obligatorias y optativas, que varía de acuerdo con el área de estudio.

Las asignaturas obligatorias tienen como finalidad impartir al estudiante los conocimientos fundamentales de la especialidad, y tienen prioridad sobre las optativas para ser cursadas. Las optativas se seleccionan de entre el grupo de asignaturas del área correspondiente o de otras áreas, según los intereses particulares de cada candidato, con la autorización del Jefe de Sección, quien actúa como asesor académico del estudiante. Es necesario, además, aprobar un examen de traducción de los siguientes idiomas: alemán, francés, inglés o ruso.

\* Dentro de los límites establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado.

## B. DOCTORADO

El Doctorado tiene como finalidad preparar formalmente para la investigación original. La Universidad otorga Doctorado en Ingeniería:

- Ambiental\*
- Estructuras
- Hidráulica
- Investigación de Operaciones
- Mecánica de Suelos
- Mecánica Teórica y Aplicada

Para obtener el grado de Doctor es necesario cursar asignaturas adicionales a las requeridas para el grado de Maestro por un valor total de 48 créditos, aprobar un examen de traducción de un segundo idioma y elaborar una tesis sobre investigación original con un valor de 60 créditos. Del total de créditos requerido, un mínimo de 120 deberán corresponder al campo mayor de estudios; un mínimo de 24 al campo menor, y los créditos restantes podrán dividirse indistintamente entre el campo mayor, el campo menor y otros campos, con la aprobación del Jefe de Sección respectivo.

Es requisito adicional aprobar un examen general de suficiencia, cuyo objeto es comprobar si el candidato ha integrado en forma coherente los conocimientos adquiridos en cada una de las asignaturas cursadas, y si ha desarrollado la habilidad necesaria para conducir por sí mismo trabajos de investigación.

El tiempo mínimo para completar estos estudios, dedicando a ellos tiempo completo, es de siete semestres, a partir de la primera inscripción como alumno regular en la División.

- \* A partir del ciclo lectivo octubre (1978)—marzo (1979), se otorga el Doctorado en Ingeniería Ambiental en sustitución del de Ingeniería Sanitaria, por acuerdo del Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería del 2 agosto de 1978, y por acuerdo del Consejo Universitario del 20 de febrero de 1979.

### C. CURSOS DE ESPECIALIZACION

Los cursos de Especialización tienen por objeto profundizar en la preparación de los ingenieros en áreas específicas, con un enfoque importante hacia la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Por estos cursos se otorga crédito académico, y los participantes que cumplen satisfactoriamente los requisitos correspondientes reciben de la Universidad un Diploma de Especialización. Actualmente la División de Estudios de Posgrado ofrece el curso de especialización en Construcción en su Centro de Educación Continua; además, en forma institucional ofrece el de Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos para Petróleos Mexicanos y el Instituto Mexicano del Petróleo.

### D. CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

Hasta 1970, sólo se ofrecían en la División de Estudios de Posgrado los cursos de maestría y doctorado enfocados primordialmente a la preparación de investigadores, profesores y personal altamente calificado que tuviese vocación para la docencia, la investigación o la solución de problemas complejos. Los ingenieros que ejercían la práctica profesional y que deseaban mejorar su preparación, o estar al tanto de los avances de la ingeniería, encontraban con frecuencia que los cursos de Maestría o Doctorado eran de carácter demasiado académico para sus necesidades. Debido a ello, en el mes de julio de 1971, se creó el Centro de Educación Continua, dependiente de la DEPMI, con la función primordial de estudiar, desarrollar e implantar los métodos más adecuados de educación continua para la actualización de conocimientos.

Se puede obtener información detallada sobre dichos cursos directamente en el Centro de Educación Continua, Palacio de Minería, Tacuba No. 5, México, D.F., o en los teléfonos 521-73-35 y 521-40-23.

## E. BIBLIOTECA, COMPUTADORA, LABORATORIOS

### **Biblioteca.—**

La Biblioteca de este centro de estudios está estrechamente relacionada con los planes de estudios de la División. Cuenta aproximadamente con 13 500 libros, 11 500 folletos y copias, y está suscrita a 425 de las revistas técnicas más importantes del mundo en todas las áreas. La Biblioteca ofrece los siguientes servicios:

- Adquisición de material bibliográfico nacional y extranjero
- Elaboración de bibliografías para profesores e investigadores
- Servicio de alerta para profesores e investigadores
- Préstamo de libros
- Servicio de fotocopias
- Préstamo interbibliotecario

### **Computadora.—**

Los alumnos de la División cuentan con los servicios del Centro de Servicios de Cómputo (CSC) de la UNAM, en el que funciona una computadora Burroughs 6700, con su equipo periférico y de soporte. Además, en el Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería (CECAFI) opera una computadora IBM 1130, y se dispone de una terminal de acceso al equipo IBM 370/155 de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

### **Laboratorios.—**

La División cuenta con laboratorios de Mecánica de Suelos, Planeación, Electrónica e Ingeniería Ambiental, y está vinculada con el Instituto de Ingeniería, que tiene amplias facilidades de investigación y laboratorios.

## F. EXAMENES DE ADMISION

La División de Estudios de Posgrado admite estudiantes egresados de cualquiera de las facultades y escuelas de ingeniería

del país y del extranjero, por lo que la preparación previa de los solicitantes es muy diversa. Con el fin de garantizar que los participantes posean al momento de su ingreso a la División los antecedentes necesarios para cursar con éxito las asignaturas regulares que se ofrecen, se han establecido exámenes de admisión para cada una de las especialidades. Estos exámenes son de carácter general, y tratan de detectar si el candidato posee y maneja con fluidez los conocimientos fundamentales de áreas determinadas de matemáticas e ingeniería. Los exámenes de admisión que deben presentarse en cada una de las especialidades se indican en los planes de estudios bajo el encabezado de *prerrequisitos*, y se ofrecen antes de la iniciación de los cursos regulares de cada semestre, en las fechas que fija el calendario escolar.

El aspirante a primer ingreso deberá presentarse en el sitio y hora fijada para dichos exámenes, con una identificación con fotografía reciente.

Los aspirantes pueden aprobar los exámenes de admisión que se requieren para ingresar a cualquier Maestría, u optar por cursar y aprobar los cursos introductorios correspondientes.

#### G. CURSOS INTRODUCTORIOS

Experiencias de años anteriores han demostrado la conveniencia de organizar cursos introductorios sin crédito académico para reforzar y refrescar los conocimientos fundamentales que se tratan en los exámenes de admisión. Estos cursos son optativos, y se pueden ofrecer en forma intensiva durante los periodos intersemestrales y ocasionalmente se podrá programar en forma regular para ser impartidos en esta División y en su Centro de Educación Continua. Las asignaturas consignadas bajo el encabezado de *requisitos sin crédito académico* en cada plan de estudios deben cursarse a más tardar en el segundo ciclo lectivo en que se inscriba el alumno en forma regular. Los temarios de los cursos introductorios se presentan al final de este folleto.

## ADMISION

### Requisitos Escolares

Para ser admitido como alumno regular en la División de Estudios de Posgrado, todo solicitante deberá satisfacer los siguientes requisitos:

#### A. Cumplir una de las condiciones siguientes:

1. Poseer título profesional en Ingeniería, o en campo afín, otorgado por la UNAM o por otra institución incorporada a la misma.
2. Haber completado el ciclo de estudios profesionales en Ingeniería o en campo afín en la UNAM, aun cuando no se posea la licenciatura correspondiente. Exclusivamente en caso de egresados de la UNAM, se concederá un plazo máximo de un año, a partir de la primera inscripción al ciclo lectivo, para que el alumno obtenga la licenciatura correspondiente.
3. Tener una licenciatura o grado equivalente otorgado por institución extranjera o nacional no incorporada a la UNAM. En este caso se concederá un plazo máximo de un año a partir de la primera inscripción al ciclo, para obtener el reconocimiento de suficiencia académica.

#### B. Presentar dentro del período de Inscripciones fijado en el calendario escolar, la siguiente documentación:

1. Solicitud de inscripción en las formas que proporcionará la División.\*
2. a. Egresados de la UNAM:

Si están titulados, dos copias fotostáticas tamaño carta del título profesional. Si no están titulados, el certifica-

do de calificaciones del ciclo profesional en original y copia, el acta de nacimiento y cinco fotografías tamaño infantil.

b. Egresados de otras instituciones mexicanas:

Certificado original y dos copias fotostáticas de calificaciones del ciclo profesional. Título original y dos copias fotostáticas tamaño carta. Todo lo anterior debe estar debidamente legalizado por la Entidad Federativa correspondiente\*\*, acta de nacimiento y cinco fotografías tamaño infantil.

c. Egresados de Instituciones extranjeras:

Presentar título y certificado de calificaciones del ciclo profesional, en original y dos copias fotostáticas tamaño carta, y acta de nacimiento. Todos los documentos originales deben estar legalizados por el Consulado Mexicano respectivo, lo mismo que el acta de nacimiento,\*\* y cinco fotografías tamaño infantil.

C. Aprobar los exámenes de admisión que correspondan, los que se efectuarán en las fechas señaladas en el calendario escolar.

- \* Las formas que proporciona la División serán entregadas al interesado en la Sección de Inscripciones después de haber aprobado los exámenes de admisión.
- \*\* Si las instituciones educativas acreditadas envían directamente la documentación académica a la Unidad de Registro e Información de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios de Posgrado de la UNAM, no es necesaria la legalización.

## Cuotas

### A. Cursos regulares con crédito académico

#### 1. Alumnos mexicanos

Inscripción semestral \$ 50.00 M. N.

Reconocimiento académico de estudios de licenciatura (solamente para egresados de instituciones mexicanas distintas de la UNAM) \$ 20.00 M. N.

Colegiatura semestral \$ 1 250.00 M. N.

o \$ 50.00 M. N. por unidad de crédito académico inscrita en el semestre (si se registra en menos de 25 unidades).

#### 2. Alumnos extranjeros

Primera inscripción (incluye reconocimiento académico de estudios de licenciatura) \$ 1 600.00 M. N.

Inscripciones semestrales subsecuentes \$ 100.00 M. N.

Colegiatura semestral \$ 3 750.00 M. N.  
o \$150.00 M. N. por unidad de crédito académico inscrita en el semestre (si se registra en menos de 25 unidades).

**Nota.** Respecto a la cuota para extranjeros, si el alumno tiene cinco años continuos o más de residir en el país, se le aplicará cuota de alumno mexicano.

### B. Cursos introductorios

Las cuotas por estos cursos son iguales para mexicanos y extranjeros.

0001 Redacción técnica \$ 300

0011	Estática y resistencia de materiales	300
0012	Elementos de dinámica	300
0013	Termodinámica	300
0014	Fundamentos de mecánica	300
0015	Geología	300
0031	Hidráulica	300
0998	Inglés	400
0041	Matemáticas	400
0043	Probabilidad y estadística	300
0055	Circuitos electrónicos	300
0063	Química orgánica y biológica	300
0071	Economía	300
0081	Ingeniería de Control	300
0093	Físicoquímica	300
0096	Elementos de programación de computadoras electrónicas	300
0099	Fundamentos de ingeniería eléctrica	300

C. Exámenes de Grado

Mexicanos o extranjeros \$ 1 250.00 M.N.

D. Prácticas escolares

La asistencia a las prácticas escolares que se programen como parte de un curso es obligatoria, ya que forman parte integral de la asignatura correspondiente. Los gastos individuales que se originen con motivo de estas prácticas serán por cuenta de los estudiantes o, en su caso, de las instituciones patrocinadoras. Cuando sea posible, la División de Estudios de Posgrado proporcionará los vehículos para el transporte de profesores y alumnos. En caso contrario, el costo del transporte será por cuenta de los alumnos.

#### E. Prácticas de laboratorio

El programa de estudios de la Sección de Ingeniería Ambiental requiere, en varias asignaturas, del uso de las instalaciones, equipo, materiales y reactivos de los laboratorios. La cuota para los alumnos, tanto mexicanos como extranjeros, registrados en las asignaturas que requieren del uso de los laboratorios es de \$ 100.00 M.N. por crédito de laboratorio.

#### F. Especialización en Construcción

Las cuotas correspondientes a los respectivos cursos de la Especialización en Construcción varían cada semestre. Incluyen material didáctico del curso impartido. Para mayor información, acudir a las oficinas de la Sección de Construcción, Centro de Educación Continua, Palacio de Minería, Tacuba No. 5, México, D.F., teléfono 512-31-23.

## BECAS

La División de Estudios de Posgrado ayuda a los estudiantes en el trámite y obtención de becas patrocinadas por diversas instituciones. La adjudicación de las mismas corresponde a los patrocinadores, y usualmente las otorgan de acuerdo con el número disponible y con los merecimientos de cada solicitante. Las solicitudes deberán dirigirse directamente a las instituciones oferentes.

### Instituciones que ofrecen becas

El solicitante podrá dirigirse a las siguientes instituciones para obtener información sobre el monto de las becas y sus obligaciones como becario:

#### Para estudiantes mexicanos

- Banco de México  
Oficina de Recursos Humanos  
Bolívar No. 15, 6o. piso  
México 1, D. F.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)  
Depto. de Becas e Intercambio  
Av. Insurgentes Sur No. 1677  
México 20, D. F.
- Instituto de Ingeniería  
Apdo. Postal 70-472  
Ciudad Universitaria  
México 20, D. F.
- Universidad Nacional Autónoma de México  
Dirección Gral. de Asuntos de Personal Académico  
Programa de Formación de Personal Académico de la  
UNAM\*. Depto. de Becas  
Ciudad Universitaria, México 20, D.F.

### **Para profesores mexicanos**

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior  
Programa Nacional de Formación de Profesores  
Av. Insurgentes Sur No. 2133  
México 20, D.F.

Se otorgan exclusivamente a profesores de instituciones de educación superior en todo el país.

- Unión de Profesores  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

Se conceden a profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

- Instituto Mexicano del Petróleo  
División de Promoción Académica  
Avenida de los 100 Metros No. 152  
México 14, D.F.

### **Para estudiantes extranjeros**

- Organización de Estados Americanos  
Unidad de Relación con Becarios  
Secretaría General  
1735 Eye St. N. W.  
Washington, D. C., 20,006
- Organización Panamericana de la Salud  
Oficina Regional de la Organización  
Mundial de la Salud  
1501 New Hampshire, N. W.  
Washington, D. C., 20006, U.S.A.
- Para estudiantes egresados y profesores que hayan sido seleccionados por la Facultad, Escuela, Instituto o Centro de la UNAM al que estén adscritos.

- **Secretaría de Relaciones Exteriores  
Dirección General de Cooperación  
Técnica Internacional  
Fondo Lincoln-Juárez  
Av. Nonoalco No. 1  
México 3, D. F.**

Se recomienda a los interesados ponerse en contacto con las oficinas de estos organismos, así como con las embajadas de México en sus países de origen, para conocer los detalles y requisitos de las becas disponibles. La administración de estas becas está a cargo del organismo que las otorga.

## REGLAMENTOS

La División de Estudios de Posgrado depende académica y administrativamente de la Facultad de Ingeniería. Sus planes de estudios están sujetos a la aprobación del Consejo Técnico de esta última y, en lo general, a las decisiones del Consejo Universitario.

Se rige por la Ley Orgánica de la UNAM, el Reglamento General de Estudios de Posgrado, los reglamentos de exámenes, inscripciones, incorporación y revalidación de estudios, así como por las normas internas establecidas por la propia División aprobadas por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería.

Sus relaciones con las Divisiones de Estudios de Posgrado de otras Facultades o Escuelas de la Universidad están coordinadas por la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios de Posgrado.

El reconocimiento académico por parte de la UNAM de los estudios llevados a cabo dentro de la División de Estudios de Posgrado se efectúa en la Unidad de Registro e Información de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios de Posgrado de la propia Universidad, en la cual quedan registrados todos los alumnos.

## NORMAS PARA ALUMNOS

### Lineamientos generales

La duración normal de los cursos de Maestría y Especialización es de tres semestres, y la de los cursos de Doctorado es de siete semestres, a partir de la primera inscripción regular en la DEPFI.

El límite de tiempo para estar inscrito en los cursos de maestría o doctorado será de dos veces la duración señalada en el plan de estudios correspondiente.

El plazo máximo para la presentación del examen de grado es igual al triple de la duración normal de los estudios correspondientes, y se cuenta a partir de la primera inscripción como alumno regular a los mismos. A petición justificada del director de tesis, este plazo podrá ampliarse hasta por un año.

No se imparten en la División cursos de idiomas. Para cumplir los requisitos de idiomas de su plan de estudios, el alumno deberá aprobar el examen de traducción del idioma correspondiente, sin importar la institución en que haya llevado el curso o la forma en que se haya preparado para presentar el examen.

### Maestría

Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, el alumno podrá optar entre presentar una tesis y su réplica en el examen de grado, u obtener los créditos necesarios a través de cursos regulares, presentando al final un examen general de suficiencia equivalente al examen de grado.

El número de créditos que se asigne a la tesis de Maestría podrá estar comprendido entre 6 y 12, de acuerdo con el grado de dificultad del tema a desarrollar. El número de créditos será fijado, a propuesta del director de la tesis, por el Jefe de la Sección respectiva, al señalar oficialmente al candidato el tema de tesis.

El examen de grado será presentado ante un jurado fijado por el Jefe de la División, compuesto por tres sinodales propietarios y dos suplentes. El Presidente del jurado será el profesor de mayor categoría y antigüedad, y el Secretario el profesor de menor antigüedad de entre los sinodales propietarios. El jurado podrá aprobar, reprobado definitivamente o suspender por una sola vez al candidato. En este último caso, el candidato podrá volver a presentar examen de grado en un plazo no menor de 6 ni mayor de 18 meses de la fecha en que hubiese sido suspendido.

Para presentar el examen de grado, el candidato deberá tener promedio mínimo de 8 en las materias obligatorias del plan de estudios de su especialidad, y promedio general mínimo de 8. El alumno que haya obtenido los créditos fijados en el plan de estudios correspondiente sin haber alcanzado el promedio requerido, podrá sustituir un máximo de dos calificaciones de asignaturas obligatorias u optativas. Las asignaturas obligatorias serán cursadas nuevamente y, en su caso, las optativas serán elegidas por el alumno de acuerdo con el Jefe de Sección correspondiente.

El candidato a la Maestría deberá aprobar un examen de traducción de una lengua extranjera de las que se señalan en el plan de estudios.

Los planes de estudios de Maestría tendrán un máximo de 18 créditos obtenidos en cursos designados como temas especiales.

#### **Doctorado**

Los planes de estudios para el grado de Doctor en Ingeniería deberán tener un valor mínimo de 108 créditos sobre los del plan de estudios de la maestría correspondiente. A la tesis doctoral se le asignará un valor de 60 créditos en todos los casos. Del total de créditos requeridos, un mínimo de 120 deberán corresponder al campo mayor de estudios del candidato, un mínimo de 24 al campo menor; los créditos restantes podrán dividirse indistintamente entre el campo mayor, el campo menor, u otros campos mediante la aprobación del Jefe de la Sección.

Los planes de estudios para el grado de Doctor incluirán un máximo de 36 créditos cubiertos mediante cursos designados como temas especiales.

El candidato al Doctorado deberá aprobar un examen de traducción de una lengua extranjera adicional a la requerida en la Maestría.

Será requisito para autorizar el tema de tesis doctoral el tener grado de Maestro, y haber aprobado un examen general de suficiencia que tendrá por objeto determinar si el candidato ha integrado en forma adecuada los conocimientos que ha adquirido en las distintas asignaturas de su plan de estudios. Este examen podrá presentarse después de que el candidato haya cubierto un mínimo de 90 créditos y haya aprobado los dos exámenes de traducción será requisito para presentar su examen doctoral, haber obtenido en los estudios correspondientes un promedio general de calificaciones mínimo de 8. El jurado será fijado por el Jefe de División, y estará formado por cinco sinodales propietarios y dos suplentes. De los siete sinodales, un propietario y un suplente deberán ser profesores del campo menor de estudios del candidato; y los otros cinco, del campo mayor. De los profesores designados, el Presidente del jurado será el profesor de mayor categoría y antigüedad; y el Secretario, el profesor titular de menor antigüedad de entre los sinodales propietarios.

El examen general de suficiencia constará de dos partes. En la primera, el candidato se someterá a un examen particular con cada uno de los cinco sinodales propietarios que formen su jurado, quienes podrán examinarlo en la forma que consideren más conveniente, en un plazo no mayor de tres días hábiles por cada sinodal. Con base en estos exámenes, cada profesor deberá informar al jefe de la División, por escrito, si considera que el candidato tiene o no una preparación adecuada. Si cuando menos cuatro de los miembros del jurado dan un informe aprobatorio, se llevará a cabo la segunda parte del examen. Esta será oral, ante los cinco miembros propietarios del jurado simultáneamente, y en ella el candidato expondrá el tema que desea de-

sarrollar como tesis doctoral, la importancia que tiene dicho tema, la forma como piensa desarrollarlo en cuanto a métodos y forma de ataque del problema, y los resultados que espera obtener de la investigación. Al finalizar este examen, el jurado podrá aprobar, reprobado o suspender al candidato. En este último caso, el candidato podrá volver a presentar el examen en un plazo no menor de 6 ni mayor de 18 meses de la fecha en que hubiera sido suspendido. Para ser aprobado se requerirá que, cuando menos, cuatro de los miembros del jurado den su voto aprobatorio.

La réplica de la tesis doctoral deberá presentarse ante un jurado doctoral, integrado de igual forma a la indicada para el examen general de suficiencia y, de preferencia, formado por las mismas personas.

## PLANES DE ESTUDIOS

Los estudios de Maestría o de Doctorado se pueden iniciar en cualquier ciclo lectivo.

Los planes de estudios constan de prerrequisitos, requisitos sin crédito académico y asignaturas con crédito académico. Los *prerrequisitos* se deben aprobar como condición previa para ser admitido como alumno regular y cursar cualquiera de las asignaturas con crédito académico que se ofrecen en esta División.

Los *requisitos sin crédito académico* se deben aprobar antes de cursar con derecho a crédito asignaturas seriadas con ellos, o antes de solicitar el examen de grado, en caso de no existir seriación posterior. La seriación de las asignaturas se indica en los planes de estudios.

A cada *asignatura con crédito académico* le corresponde un cierto número de créditos, que está indicado en su clave por medio de los dos últimos dígitos. Se entiende por *crédito* la unidad de valor en la estimación de la actividad académica del estudiante. Por la naturaleza de los estudios de posgrado, una hora semanal de clases equivale a dos créditos, y una hora semanal de actividades de laboratorio a un crédito. Entre las asignaturas con crédito académico se distinguen las *obligatorias* y las *optativas*. Las primeras deben ser cursadas necesariamente y a la brevedad posible, aunque en algunos casos especiales, según la formación previa del estudiante, el Jefe de la División, a propuesta del Jefe de Sección correspondiente, puede autorizar la sustitución de alguna asignatura obligatoria por otra optativa que le sea de mayor utilidad.

Cada candidato formula su plan de estudios, escogiendo las *asignaturas optativas* de su interés con el asesoramiento del Jefe de la Sección o del profesor que éste haya designado. Entre las asignaturas optativas se pueden considerar:

- A. las que se imparten con regularidad por la Sección que administra el plan de estudios correspondiente;
- B. cualquier otra asignatura de las que se imparten en esta División, con aprobación del Jefe de la Sección;
- C. Asignaturas que se ofrezcan en otras Divisiones de Estudios de Posgrado de la UNAM, o en otras instituciones de enseñanza superior nacionales o extranjeras, con aprobación del Jefe de la División.

Finalmente, para elegir las asignaturas a cursar en cada semestre, el candidato debe tomar en cuenta su propio plan de estudios, la seriación de las asignaturas, y la programación de actividades de la División.

A partir del ciclo lectivo octubre (1978)-marzo (1979), el programa de estudios de Maestría en Ingeniería Ambiental sustituye al de Maestría en Ingeniería Sanitaria. Asimismo, por acuerdo del Consejo Universitario del 20 de febrero de 1979, se crea el doctorado en Ingeniería Ambiental. El nuevo programa es aplicable solamente a alumnos de nuevo ingreso a partir de dicho ciclo.

Para mayores informes, los interesados pueden dirigirse a la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, Apartado postal 70-256, México 20, D.F.

**Maestría en Ingeniería (Ambiental)**

**Doctorado en Ingeniería (Ambiental)**

**Opciones: Ingeniería sanitaria, Control de calidad del agua, Control de calidad del aire, Control de residuos sólidos, Manejo de sistemas ambientales.**

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 73.
- b. Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 181
- c. Prerrequisitos:  
0043 Probabilidad y estadística
- d. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0041 Matemáticas (tema 2).  
0063 Química orgánica y biológica  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e. Asignaturas obligatorias para la Maestría:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem.</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teor.</i>	<i>Lab.</i>	
617006	Probabilidad y estadística I	3	—	0043
619908	Microbiología sanitaria	2	4	0063
619809	Química sanitaria	3	3	
AAA I 06	Modelos de ingeniería ambiental*	3	—	0041

- f. Asignaturas obligatorias para el Doctorado:

608106 Método científico  
618106 Diseño de experimentos  
618006 Métodos numéricos para computadoras  
618904 Trabajo de investigación I

g. Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem.</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teor.</i>	<i>Lab.</i>	
600006	Agua y desperdicios en la industria	3	—	619809
620006	Aplicaciones de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria	3	—	0041
ADD 1 06	Control de partículas y emisiones gaseosas*	3	—	617006
AEE 1 06	Control de la combustión e incineración*	3	—	0041, 0063
AGG 1 06	Control del ruido*	3	—	0041
AKK 1 06	Control de la contaminación del suelo*	3	—	0041
ANN 1 06	Disposición de residuos sólidos*	3	—	619908
604606	Fisicoquímica aplicada	2	2	619809
AHH 1 06	Ingeniería de higiene industrial*	3	—	619809
606908	Limnología y saneamiento de corrientes	2	2	619908
AJJ 1 06	Meteorología y modelos de difusión*	3	—	0041
AFF 1 08	Muestreo y análisis del aire*	3	2	617006, 619809
608806	Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria	3	—	0041
621508	Plantas de tratamiento para agua potable	3	2	619809
621608	Plantas de tratamiento de aguas negras	3	2	619908
A00 1 06	Procesos biológicos de tratamiento*	3	—	619908
AMM 1 06	Recolección y almacenamiento de residuos sólidos*	3	—	0041
620106	Sistemas de abastecimientos de agua	3	—	617006

\* Pendientes de asignación de clave

620206	Sistema de alcantarillado	3	—	617006
ALL 1 06	Sistemas de ingeniería ambiental*	3	2	AAA 1 06
ABB 1 06	Socioeconomía ambiental*	3	—	00041
6127 XY	Temas especiales de Ingeniería Ambiental:			
612702	Seminario de Ingeniería Ambiental	2		619908
612706	Bioquímica aplicada	3		619809
618904	Trabajo de investigación I			
619004	Trabajo de investigación II			

**h. Otras asignaturas recomendables pertenecientes a otras Secciones de la División de Estudios de Posgrado.**

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
615509	Hidráulica general	9	Hidráulica
618406	Hidrología subterránea	6	Hidráulica
605006	Hidrología de superficie	6	Hidráulica
609506	Presas de almacenamiento y derivación	6	Hidráulica
618106	Diseño de experimentos	6	Matemáticas
614706	Dinámica de procesos industriales	6	Control
605706	Ingeniería de sistemas	6	Control
608606	Modelos de sistemas urbanos	6	Planeación
604106	Econometría	6	Planeación
614906	Evaluación de proyectos	6	Planeación
617506	Teoría y técnicas de optimización I	6	Invest. de
607804	Metodología de la investigación de operaciones	4	Oper.
613306	Teoría de decisiones	6	Invest. de
			Oper.
618808	Metodología de la investigación y la enseñanza	8	Matemáticas

\* Pendientes de asignación de clave

**i. Programas condensados**

**600006 Agua y desperdicios en la industria**

Problemas típicos de tratamiento de agua para industrias con énfasis en la calidad necesaria para distintos procesos industriales. Caracterización de las

aguas residuales. Tratamiento de desperdicios industriales. Neutralización de aguas servidas.

**620006      Aplicaciones de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria**

Unidades y dimensiones. Propiedades de fluidos. Sistemas de unidades. Análisis dimensional. Similitud dinámica. Teoría de modelos. Estática de fluidos. Conservación de masa, momento y energía. Ecuaciones de continuidad y Bernoulli. Medida de flujo. Flujo en tuberías. Flujo en canales. Flujo en medios porosos. Temas especiales. Problemas y ejercicios.

**ADD I 06      Control de partículas y emisiones gaseosas**

Leyes de comportamiento de las mezclas de gases y partículas. Principios que rigen la separación de gases y partículas. Métodos específicos de remoción de gases y partículas con vista a la determinación de costos y selección de equipo.

**AEE I 06      Control de combustión e incineración**

Principios de termodinámica y química de aplicación a los procesos de combustión. Propiedades, manejo y selección de combustibles en relación con las características del equipo de combustión. Aplicaciones de método de control tendiente al logro de la combustión completa, para evitar, en lo posible, la formación de contaminantes.

**AGG I 06      Control del ruido**

Principios básicos de acústica. Efectos en la salud. Normas. Fuentes de ruido. Medición y análisis. Calibración de equipo. Técnicas de reducción de ruido. Análisis de vibraciones. Control de vibraciones.

**AKK I 06 Control de la contaminación del suelo**

Condiciones físicas del suelo. Sistemas agua-arcilla. Ciclo hidrológico. Fase subsuperficial. Factores y efectos en la estructura del suelo. Transferencia de calor y masa en el suelo. Evapotranspiración. Erosión y lixiviación. Modelos calidad del agua para riego. Contaminantes. Riego y drenaje. Riego con aguas residuales. Ecología del suelo y contaminación ambiental.

**ANN I 06 Disposición de residuos sólidos**

Reuso de subproductos de la basura. Teoría de la descomposición bioquímica de los desechos. Métodos biológicos, físicos y químicos de disposición incluyendo relleno sanitario, relleno sanitario aerobio, incineración, composteo y pirólisis.

**604606 Fisicoquímica aplicada**

Generalidades. Gases y sus leyes. Propiedades físicas del agua. Principios de termodinámica. Combustibles y combustión. Generalidades sobre el estado sólido. Electroquímica. Elementos de intercambio iónico. Desechos radiactivos.

**AHH I 06 Ingeniería de higiene industrial**

Conocimientos básicos para identificar, tipificar y evaluar los factores de riesgo y agentes causales presentes en los recintos de trabajo. Enfermedades profesionales relacionadas con éstos. Se estudian y discuten las técnicas de control de riesgos en el trabajo así como la repercusión socioeconómica de los accidentes.

**606908 Limnología y saneamiento de corrientes.**

Aplicaciones de probabilidad y estadística. Hidrología. Contaminación en ríos. Transferencia de oxígeno. Fuentes y consumo de oxígeno. Modelos matemáticos: capacidad de asimilación por ríos y estuarios, cargas permisibles. Control de la contaminación. Aspectos legales. Normas. Técnicas para el diseño y operación de sistemas hidráulicos. Manejo regional de la calidad del agua.

**AJJ I 06 Meteorología y modelos de difusión**

Concentración de contaminantes en el aire. Fundamentos de micrometeorología. Conceptos básicos de difusión atmosférica. Modelos de difusión. Estrategias meteorológicas para prevenir la contaminación del aire.

**619908 Microbiología sanitaria**

Microbiología sanitaria. Anatomía bacteriana. Nutrición. Acción de los agentes físicos y químicos sobre los microorganismos. Características generales de *actinomycetales*, hongos, levaduras, *rickettsias*, virus y algas. Microbiología de alimentos, aire, agua y aguas negras. Compostas.

**AAA I 06 Modelos de ingeniería ambiental**

Modelos y sistemas. Modelos diferenciales. Modelos de flujo completamente mezclados: entrada de impulso, constante, continua, escalonada y periódica. Modelos de flujo continuo. Concentración de plaguicidas en biota. Sistema de oxígeno disuelto. Contaminación térmica. Dispersión de la contaminación atmosférica. Propagación del ruido.

**AFF I 06 Muestreo y análisis de aire**

Causas de la contaminación atmosférica. Fuentes de contaminación. Contaminantes principales y transformaciones que sufren en la atmósfera. Métodos de caracterización de partículas. Aplicación de métodos de muestreo y análisis de contaminantes en la atmósfera y en fuentes. Métodos y equipo automático de medición.

**608806 Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria**

Transferencia de calor. Transferencia de masa. Absorción y desorción. Adsorción e intercambio de iones. Mezclados de fluidos. Sedimentación. Flotación. Filtración. Evaporación. Métodos de desalinización. Problemas y ejercicios.

**621508 Plantas de tratamiento de agua potable**

Normas de calidad. Procesos. Tipos generales de plantas. Aireadores. Coagulación. Dosificación de productos químicos. Mezcladores. Floculadores. Sedimentadores. Unidades tubulares de alto gasto. Filtros lentos de arena. Filtros rápidos de arena. Filtros con lechos mezclados. Control de filtración. Ablandamiento de las aguas. Precipitación química. Intercambio iónico. Remoción de hierro y manganeso. Remoción de olores y sabores. Fluoruración y desfluoruración. Control de incrustaciones y corrosión. Operación de plantas. Proyectos. Laboratorio.

**621608 Plantas de tratamiento de aguas negras**

Objetivos del tratamiento. Parámetros y unidades. Pruebas de laboratorio. Métodos físico-mecánicos de tratamiento. Procesos biológicos aerobios. Procesos biológicos anaerobios. Parámetros de diseño. Proyectos.

**ADO I 06 Procesos biológicos de tratamiento**

Teoría del tratamiento biológico de aguas residuales y lodos. Oxidación biológica. Crecimiento bacteriano. Remoción de contaminantes orgánicos por lodos activados. Filtros biológicos. Lagunas aireadas y lagunas de estabilización.

**0063 Química orgánica y biológica**

Conceptos y aplicaciones de química orgánica y biológica en ingeniería ambiental. Conceptos de ácido, base y sal. Compuestos alifáticos. Aldehidos, cetonas, ácidos, alcoholes y éteres. Ácidos orgánicos, éteres, amidas y aminas. Compuestos aromáticos. Derivados del benceno. Compuestos cíclicos. Propiedades y características de los polímeros. Química y metabolismo de los principales componentes moleculares en seres vivos. Carbohidratos, proteínas y su función biológica. Lípidos y lípido-proteínas. Nucleótidos y ácidos nucleicos. Vitaminas y hormonas. Química del adenosín-trifosfato.

**619809 Química sanitaria**

Conceptos fundamentales y nomenclatura. Gases y mezclas gaseosas. Leyes y propiedades de las disoluciones. Ionización. Potenciales y control potenciométrico. Hidrólisis. Solubilidad y control del equilibrio químico. Alcalinidad y acidez. Dureza y ablandamiento. Reducción, oxidación y precipitación. Hierro y manganeso. Cloruros y fluoruros. Sulfuros y sulfatos. Fósforo y fosfato. Nitrógeno y sus compuestos. Cloro y sus compuestos. Oxígeno disuelto.

**AMM I 06 Recolección y almacenamiento de residuos sólidos**

Almacenamiento, barrido y recolección de desechos

sólidos. Modelos matemáticos para la optimización del transporte de desechos sólidos.

**620106      Sistemas de abastecimiento de agua**

Estudios preliminares. Fuentes de abastecimiento. Obras de captación. Hidrología superficial. Hidrología subterránea. Localización, construcción y mantenimiento de pozos. Estaciones de bombeo. Conducción del agua. Estudios económicos. Regularización y almacenamiento. Distribución de agua. Financiamiento. Operación y administración de sistemas de agua. Proyectos.

**620206      Sistemas de alcantarillado**

Estudios preliminares. Determinación de caudales de aguas negras y de aguas pluviales. Diseño de redes de alcantarillado y estructuras conexas. Procedimientos de construcción. Mantenimiento. Costo de las obras. Financiamiento y tarifas para el pago del servicio de alcantarillado. Proyectos.

**ALL I 08      Sistemas de ingeniería ambiental**

Optimización de niveles de tratamiento. Predicción y generación de datos. Sistema ecológico acuático. Sistemas tarifarios. Simulación de estuarios. Sistemas de desarrollo de cuencas. Manejo de la calidad del agua. Manejo de aguas residuales. Sistema de reuso de agua.

**ABB I 06      Socioeconomía ambiental**

Economía y ambiente. Enfoque histórico y perspectiva futura. Indicadores de calidad del ambiente. Bienestar social. Indicadores socioeconómicos. Legislación sanitaria y ambiental. Recursos naturales. Capital y capitalización. Funciones de costo y de-

manda. Evaluación económica de proyectos. Análisis costo-efectividad. Proyecciones socioeconómicas y tecnológicas. Producción, consumo y residuos. Costos y beneficios. Metas. Modelo socioeconómico-ambiental. RFF. Impactos ambientales. Métodos de evaluación. Financiamiento. Estudio de casos.

**6127 XY Temas especiales de Ingeniería Ambiental**

**Seminario de Ingeniería ambiental**

Se estudian temas de ingeniería ambiental no cubiertos en las materias regulares, de acuerdo con los intereses de los estudiantes. Se aprovecha la experiencia de profesores visitantes.

**Bioquímica aplicada**

Procesos bioquímicos básicos generadores de energía y de material celular. Tipos generales de regulación metabólica. Cinética de crecimiento microbiano. Cultivo continuo y diversas limitaciones. Tratamiento de desechos sólidos.

## Maestría en Ingeniería (Control)

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 72.
- b. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0041 Matemáticas (tema 1)  
0081 Ingeniería de Control  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- c. Asignaturas obligatorias:  
614806 Dinámica de sistemas lineales  
616709 Matemáticas aplicadas I
- d. Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
0081	Ingeniería de control	3	
601706	Control de procesos	3	0081, 614806
614706	Dinámica de procesos industriales	3	616709
614806	Dinámica de sistemas lineales	3	616709
603406	Diseño de instrumentos eléctricos	3	
604006	Estimación y filtrado	3	614806
605706	Ingeniería de sistemas	3	
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	3	
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	3	614806
611706	Sistemas dinámicos no lineales	3	614806
618706	Simulación y computación analógica	3	
611506	Sensores y actuadores	3	0081
6138 XY	Temas especiales de Control**		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

\* Puede cursarse simultáneamente.

\*\* Pendiente de asignación de clave

- e. Programas condensados:

**601706 Control de procesos**

Modelos matemáticos de procesos. Sistemas y subsistemas. Variables continuas y discretas. Subsistemas y ecuaciones con parámetros distribuidos. Algunos procesos industriales. Control programado y de retroalimentación. Su optimización. Control de flujos, presiones y transferencias de calor. Simulación de procesos por computadora digital; simulación en tiempo real. Uso de minicomputadoras.

**614706 Dinámica de procesos industriales**

Modelos de sistemas, subsistemas industriales; problemas de conducción, convección e intercambio de calor. Fluidos. Destilación. Secado. Cinética química y procesos industriales. Reactores químicos. Aplicaciones de reguladores y servomecanismos.

**614806 Dinámica de sistemas lineales**

Conceptos y teorías de los sistemas; modelos matemáticos varios. Sistemas dinámicos generales; plano de fases y espacio de estados. Formulación de Lagrange y canónicas. Sistemas lineales. Realizaciones; matrices de transferencia. Descomposición canónica. Estabilidad de sistemas: teorías de Poincaré-Liapunov; matrices de Liapunov y teoría algebraica de Routh-Hurwitz de los sistemas lineales. Estados oscilatorio y transitorio. Sistemas con controles abiertos y de retroalimentación. Control y estabilización. Regulación. Retroalimentación múltiple. Respuesta en frecuencia y estabilidad. Síntesis. Conceptos de optimización: sistemas continuos y discretos.

**604006      Estimación y filtrado**

Señales determinísticas y sistemas. Procesos aleatorios. Características de una señal: parámetros y formas de detección; estimación. Identificación de sistemas. Filtros: óptimos, de Kalman y adaptivos.

**605706      Ingeniería de sistemas**

Sistemas e ingeniería de sistemas. Subsistemas y componentes; modelos matemáticos. Sistemas varios: mecánicos, eléctricos, electromecánicos, etc. Sistemas de cálculo. Conversión y transporte, energía. Sistemas de comunicación. Sistemas industriales y automatización de procesos. Ingeniería del control. Criterios de evolución y rendimiento; modelos técnico-económicos. Simulación de sistemas, analógica y digital. Análisis de grandes sistemas.

**605506      Instrumentación neumática y de fluidos**

Características de los instrumentos de medición y control. Componentes físicos, su dinámica. Reguladores y servomecanismos, mecánicos, electromecánicos y fluídicos. Válvulas y servosistemas fluídicos: control de flujos y de potencia. Sensores fluídicos. Amplificadores y actuadores. Criterios de estabilidad. Diseño de servosistemas mecánicos y fluídicos. Control y estabilización. Cálculo de variaciones; teoría de Euler. Funcionales o criterios de evolución y optimización. Criterios de tiempo, energía y otros; criterios mixtos. Formulación canónica. Ecuación de Hamilton-Jacobi. Ecuación matricial de Riccati. Teoría de Pontryagin. Controles discontinuos. Síntesis de sistemas de control: Controles adaptivos y óptimos.

**611706      Sistemas dinámicos no lineales**

Sistemas dinámicos no lineales; sistemas canónicos y flujos. Métodos de Poincaré-Liapunov y "directo de Liapunov". Sistemas excitados; estabilidad de "entrada-salida". Sistemas casi lineales; método de perturbaciones. Sistemas de control: plantas lineales y no lineales. Controles discontinuos; superficiales de cambio. Construcción de funciones de Liapunov; métodos de Zubov, Lurie y Letov. Análisis de frecuencia; métodos de Popov. Linealización equivalente y función descriptiva. Métodos de cálculo. Síntesis de sistemas.

**618706      Simulación y computación analógica**

Modelos de sistemas, realizaciones y analogías dinámicas. Calculadoras analógicas: sus componentes y funcionamiento. Diagramas de bloque y flujos. Solución de ecuaciones diferenciales. Simulación analógica de sistemas continuos. Introducción a la discretización. Análisis de sensibilidad. Desarrollo de un proyecto de simulación.

**611506      Sensores y actuadores**

Sistemas electrónicos y neumáticos. Diferentes tipos de sensores y actuadores. Transmisores. Influencia de la dinámica de las componentes. Medidores de parámetros eléctricos, mecánicos, térmicos, fluídicos y determinación del estado de un sistema. Servomecanismos y actuadores varios; conversiones de acciones mecánicas y eléctricas. Estabilidad de sistemas integrados; criterios. Diseño. Proyecto.

**6138 XY      Temas especiales de Control**

Estos son temas que se dan en función de intereses comunes de profesores y alumnos. Básicamente, estarán centrados en torno a los siguientes temas:

Instrumentación. Servomecanismos: teoría y diseño. Control óptimo de sistemas aleatorios. Control adaptivo. Estabilidad y oscilaciones. Control óptimo de reactores y torres de destilación, Temas especiales de cibernética general: teoría y técnicas de la información sistemas de control; teoría e ingeniería de la comunicación en sistemas de control. Identificación de sistemas y reconocimiento de patrones, Bioingeniería.

## Maestría en Ingeniería (Eléctrica)

Opciones: Sistemas eléctricos de potencia, Diseño de equipo eléctrico, Ingeniería de proyectos

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 72.
- b. Prerrequisitos:  
0041 Matemáticas (tema 2).
- c. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas\*\*  
0099 Fundamentos de ingeniería eléctrica  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d. Asignaturas obligatorias:
  - d.1 Para la opción: Sistemas eléctricos de potencia  
614206 Análisis de sistemas de potencia  
616709 Matemáticas aplicadas I  
617306 Transporte de energía.
  - d.2 Para la opción: Diseño de equipo eléctrico  
616606 Magnetismo y dielectricidad  
616709 Matemáticas aplicadas I  
617706 Teoría de circuitos
  - d.3 Para la opción: Ingeniería de proyectos  
411705 Análisis económico de proyectos de ingeniería  
616709 Matemáticas aplicadas I  
617606 Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica  
610610 Proyecto de maestría

\* Cursos regulares aprobados por el Consejo Universitario, pendientes de asignación de clave

\*\* O conocimiento equivalente.

f. Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
400204	Administración por proyectos	6	Construcción
411705	Análisis económico de proyectos de ingeniería	6	Construcción
601806	Control con computadora	6	Control
614806	Dinámica de sistemas lineales	6	Control
603206	Diseño de circuitos con computadora	6	Electrónica
614906	Evaluación de proyectos	6	Planeación
604006	Estimación y filtrado	6	Control
605706	Ingeniería de sistemas	6	Control
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	6	Control
618509	Matemáticas aplicadas II	9	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadora	6	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	6	Matemáticas
619106	Procesos estocásticos	6	Inv. de Op.
611706	Sistemas dinámicos no lineales	6	Control
611506	Sensores y actuadores	6	Control
611806	Simulación digital	6	Inv. de Op.
617506	Teoría y técnicas de optimización I	6	Inv. de Op.
613906	Teoría y técnicas de optimización II	6	Inv. de Op.
604806	Fundamentos de diseño	6	Mecánica
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	6	Mecánica

g. Programas condensados:

**600406 Análisis de redes eléctricas**

Técnicas modernas de análisis y síntesis de grandes redes eléctricas. Desacoplamiento, diakóptica, flujos óptimos, estimación de estados. Análisis interactivo de redes eléctricas.

**614206 Análisis de sistemas de potencia**

Modelos de los elementos del sistema. Análisis del sistema eléctrico en estado estable. Programas digitales. Compensación. Flujos óptimos. Análisis de corto circuito. Aplicaciones.

e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem. Teor. Lab.	Antecedentes
0099	Fundamentos de ingeniería eléctrica	3	
600406	Análisis de redes eléctricas	3	614206
614206	Análisis de sistemas de potencia	3	
607706	Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas	3	614206
616606	Magnetismo y dielectricidad	3	
608906	Operación de sistemas de potencia	3	614206
609606	Planeación de sistemas de potencia	3	608906, 617006 617506
617306	Transporte de energía	3	
617706	Teoría de circuitos	3	616709
605609	Ingeniería de alta tensión	3	3
600306	Análisis de máquinas de corriente directa	3	616606
600206	Análisis de máquinas de corriente alterna	3	616606
602306	Diseño de máquinas eléctricas I	3	616606, MDD I 06
602406	Diseño de máquinas eléctricas II	3	602306**
601606	Control de máquinas eléctricas	3	614806, 604806**, 600306** ó 600206**
610506	Protección de sistemas eléctricos	3	614206
606506	Normas en ingeniería eléctrica*	3	0099, 607706, 617306
617606	Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica	3	0099
610610	Proyecto de maestría	1	8
6128XY	Temas especiales de ingeniería eléctrica		60 créditos
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

\*\* Consultar en la Sección sobre estos antecedentes.

- 607706 Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas**
- El problema de estabilidad. La máquina síncrona. Modelos de regulación y control. Análisis de la red bajo distintas condiciones de falla. Aplicación de programas digitales para determinar límites de estabilidad del sistema eléctrico.
- 616606 Magnetismo y dielectricidad**
- Postulados de la teoría electromagnética. Leyes de Maxwell. Propagación. Potenciales retardados. Teoría de parámetros distribuidos en líneas de transmisión. Difusión magnética. Ecuación de Bullard. Cálculo de campos magnéticos en máquinas eléctricas. Uso de la transformación conforme y de coordenadas especiales. Algunas consideraciones sobre los métodos numéricos. La teoría de circuitos. El tensor de Maxwell. Ecuaciones para los magneto-fluidos.
- 608906 Operación de sistemas de potencia**
- Introducción. Características de operación de plantas generadoras. Características de la demanda. Flujos óptimos. Operación de sistemas hidrotérmicos. Planeación de la operación. Simulación de la operación. Control del sistema.
- 609606 Planeación de sistemas de potencia**
- Modelos para pronósticos de demanda. Modelos de operación. Modelos de expansión: simulación y optimización. Aspectos económicos para la evaluación y selección de alternativas. Análisis crítico. Modelos globales.
- 617306 Transporte de energía**
- Consideraciones para el diseño de líneas de trans-

misión de alto y extra alto voltaje de corriente alterna. Configuración de conductores. Efecto corona y pérdidas asociadas. Aislamiento. Métodos de diseño con computadora. Aplicaciones. Transmisión con corriente continua. Comportamiento de líneas de transmisión de corriente continua.

**617706 Teoría de circuitos**

Fundamentos de teoría de gráficas. Fórmulas topológicas. Matrices características. Solución de ecuaciones de redes. Circuitos con parámetros dependientes. Teoría general de circuitos no lineales, métodos de solución. Teoría general y síntesis de cuadripolos, filtro básico. Ecuaciones de estado. Análisis de circuitos con computadora.

**605609 Ingeniería de alta tensión**

La propagación de ondas de alto voltaje. Teoría de líneas con parámetros distribuidos. Sus postulados. Impedancia característica o impedancia al impulso. Análisis en el dominio de la frecuencia y análisis en el dominio del tiempo. Atenuación y distorsión. Generación, reflexión y refracción de las ondas. Influencia de las terminales. Ondas de choque en los devanados de las máquinas. Teorías para el mecanismo de propagación de una espira a otra, de una bobina a otra, y entre grupos de bobinas. Cálculo de gradientes.

**600306 Análisis de máquinas de corriente directa**

La máquina de corriente directa en estado estable. El tiristor; convertidores. Máquinas de corriente directa en estado transitorio. Control electrónico de motores. Sistemas eléctricos. Simulación digital, CSMP, DINAMO, SASII, SLIC, ECAP. Estabilidad y compensación. Circuitos de conmutación y aplicaciones.

**600206      Análisis de máquinas de corriente alterna**

Teoría clásica de máquinas de corriente alterna. Transformaciones a la máquina generalizada. Funciones de transferencia y ecuaciones de estado. Diagramas de bloques y representación de la saturación. Análisis transitorio. Otros modos de operación. Análisis por computadora. Economía y aplicaciones de las máquinas de corriente alterna.

**602306      Diseño de máquinas eléctricas I**

Aplicación de ecuaciones electromagnéticas a máquinas eléctricas. Solución digital. Transferencia de energía. Cálculo de pérdidas. Dispersión en transformadores y máquinas. Métodos de análisis. Cálculo de fuerzas en campos magnéticos. Aplicación a diversos tipos de máquinas.

**602406      Diseño de máquinas eléctricas II**

Levitación electromagnética y actuadores. Pares y fuerzas. Vibraciones. Selección de parámetros. Análisis de embobinados. Arreglos no usuales de devanado. Modelación. Aislamiento. Enfriamiento. Diseño óptimo. Comportamiento de estructuras altamente saturadas. Campos magnéticos no lineales. Conmutación. Estimación de parámetros.

**601606      Control de máquinas eléctricas**

Control de máquinas síncronas. Modelos de la máquina síncrona. Simulación y sistemas de control. Técnicas modernas de control aplicadas a máquinas síncronas. Control de motores de inducción. Control clásico. Protección. Control de velocidad por voltaje o frecuencia. Simulación digital. Análisis de motores de inducción con inversores. Estabilización.

**610506**      **Protección de sistemas eléctricos**

Comportamiento de TC's. Comportamiento de los filtros. Elemento Mho. Esquemas de comparación direccional. Esquemas permisivos. Esquemas de comparación de fase. Aplicaciones y experiencias en un sistema real. Temas especiales.

**606506**      **Normas en ingeniería eléctrica**

Plantas generadoras: tipos, tamaños, combustibles, presión, temperatura, tipo de instalación, equipo auxiliar, componentes, características de equipo de seguridad, gastos y altura. Especificaciones de equipo. Subestaciones: tipos, tensiones, corrientes, aislamiento, módulos y arreglos. Especificaciones de equipo. Líneas de transmisión: tensión, aislamiento, conductores, especificaciones. Sistemas de distribución: tipos de instalaciones, tensiones, componentes, protección. En cada tema, discusión de las normas aplicables tanto nacionales como internacionales.

**617606**      **Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica**

Objetivos. Descripción de componentes. Composición del conjunto de generación. Evaluación del comportamiento físico del conjunto. Obtención de parámetros básicos para diseño. Planos diagramáticos. Planos de arreglos físicos. Especificaciones y evaluación. Pruebas para entrega o recepción. La evaluación del comportamiento y obtención de parámetros básicos para diseño debe enfocarse mediante la aplicación de computadoras. Para la realización de los planos diagramáticos y de arreglos físicos, debe considerarse la aplicación del diseño gráfico con computadora.

## Maestría en Ingeniería (Electrónica)

Opciones: Diseño de sistemas digitales y microprocesadores,  
Diseño de sistemas analógicos

a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 69.

b. Prerrequisitos:

0055 Circuitos electrónicos

c. Requisitos sin crédito académico:

0001 Redacción técnica

0041 Matemáticas (tema 1)

Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

d. Asignaturas obligatorias:

615609 Circuitos electrónicos analógicos

615709 Circuitos electrónicos digitales

616709 Matemáticas aplicadas ó 614509 Algebra lineal I

e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem.</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teor.</i>	<i>Lab.</i>	
0055	Circuitos electrónicos	3	0	
603206	Diseño de circuitos con computadora	3	0	
603306	Diseño de circuitos digitales	3	0	615709
615609	Circuitos electrónicos analógicos	4,5	0	
615709	Circuitos electrónicos digitales	4,5	0	
605806	Elementos de circuitos electrónicos	3	0	
605906	Física y modelos de semiconductores	3	0	
606004	Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos	0	4	615609*
606104	Laboratorio de circuitos electrónicos digitales	0	4	603306 615709
606204	Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos	0	4	606104 606004

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem.		Antecedentes
		Teor.	Lab.	
612002	Seminario sobre sistemas electrónicos	1	0	615809 615709
6140XY	Temas especiales de Electrónica			
618904	Trabajo de investigación I			612002*
619004	Trabajo de investigación II			612002*
621806	Circuitos electrónicos para comunicaciones	3	0	0055
621906	Sistemas electrónicos analógicos	1	4	615609
622009	Arquitectura y programación de computadoras	3	0	603306
622106	Sistemas digitales	3	0	622006

\* Puede cursarse simultáneamente.

**f. Otras asignaturas recomendables:**

Clave	Nombre de la asignatura	Créditos	Sección
601506	Confiabilidad	6	Inv. de Op.
617006	Probabilidad y estadística I	6	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadoras	6	Matemáticas
608106	Método científico	6	Inv. de Op.
611506	Sensores y actuadores	6	Control
601706	Control de procesos	6	Control
604006	Estimación y filtrado	6	Control
008100	Ingeniería de Control	6	Control
613806	Procesamiento digital de señales	6	Control (tema especial)

**g. Programas condensados:**

**603206      Diseño de circuitos con computadora**

Introducción a los fundamentos matemáticos y a la aplicación de modelos que sirven de apoyo a la construcción de simuladores, empleados en el diseño auxiliado por computadora digital. Se presentan ejemplos de los simuladores de mayor uso en la actualidad (SPICE, SLIC, SINC, etc.)

**621706      Diseño de circuitos digitales**

El diseño de circuitos compuestos de los elementos básicos de la lógica (compuertas AND, OR, INVERSOR, FLIP FLOPS, etc.), sin tomar en cuenta sus limitaciones electrónicas. Las técnicas de diseño incluyen: minimización del número de elementos y esquemas de sistemas básicos como

multiplexores, ROMs, FPLAs y ALUs.

**615609 Circuitos electrónicos analógicos**

Se estudian a nivel avanzado las técnicas de análisis y diseño de circuitos analógicos lineales, particularmente amplificadores lineales. Aspectos tales como respuesta a la frecuencia, realimentación, estabilidad y maximización de ganancia y ancho de banda se estudian con detalle, auxiliados por simuladores de circuitos implementados en la computadora del CSC.

**615709 Circuitos electrónicos digitales**

Se presentan los circuitos electrónicos más empleados actualmente en circuitos digitales. Se analizan las familias más usadas (TTL, MOS, CMOS, ECL, etc.), su fabricación, propiedades, limitaciones y métodos de interfase. Se presentan técnicas para el diseño de circuitos.

**605806 Elementos de circuitos electrónicos\***

A un nivel primario trata con las técnicas fundamentales de análisis de sistemas electrónicos, o sea: teoría de circuitos, física y modelos de semiconductores, diseño lógico; así como las aplicaciones de dispositivos semiconductores al procesamiento de señales. El objetivo del curso es dar un panorama general de la electrónica, su problemática y técnicas de solución.

**605906 Física y modelos de semiconductores**

Presenta un análisis de los principios físicos que

\* Curso básico de circuitos electrónicos recomendado para alumnos de otras secciones.

rigen el funcionamiento de los dispositivos de estado sólido más empleados en la electrónica. De este análisis, se proceden a presentar modelos eléctricos que son herramienta básica en el análisis de circuitos electrónicos.

**606004 Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos**

Propicia el desarrollo de técnicas de construcción y medición de circuitos electrónicos analógicos, así como una familiarización con el equipo normalmente empleado en dichas técnicas.

**606104 Laboratorio de circuitos electrónicos digitales**

Propicia el desarrollo de técnicas de medición, construcción y detección de fallas de circuitos electrónicos digitales, así como una familiarización con el tipo de equipo normalmente empleado en el desarrollo de dichas técnicas.

**606204 Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos**

Propicia el desarrollo de técnicas de diseño práctico de circuitos electrónicos de alta complejidad. En estos circuitos se incluyen todas las técnicas de análisis y se conjugan las áreas digital y analógica.

**612002 Seminario sobre sistemas electrónicos**

Con base en grupos de interés se discute el desarrollo teórico de un proyecto. Simultáneamente, se presentan a los alumnos técnicas para la definición de problemas y control del proyecto.

**618904** Trabajo de Investigación I  
**619004** Trabajo de Investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

**621806** Circuitos electrónicos para comunicaciones

Enfatiza el análisis y diseño de circuitos no lineales, tales como: osciladores senoidales, mezcladores, multiplicadores, amplificadores de potencia. Se analizan a fondo circuitos prácticos de modulación/detección (AM, FM, PPM, etc.) y de amplificación (clase A, B, C, D, etc.).

**621906** Sistemas electrónicos analógicos

Se estudia el estado actual de la tecnología de los componentes de los circuitos electrónicos analógicos integrados. Los fundamentales se estudiarán con mayor profundidad, con objeto de proponer criterios para la selección de dichos circuitos.

**622009** Arquitectura y programación de computadoras

Se analiza la organización interna de varias computadoras digitales y el efecto que aquella tiene en la programación de éstas. Se presentan las técnicas básicas de programación, aplicándolas a ejemplos tales como: simulación, emulación y control de procesos en tiempo real. Además, se proponen criterios de evaluación de la eficiencia del sistema programado.

**622106** Sistemas digitales

Se proporcionan las herramientas necesarias para diseñar sistemas digitales de variada complejidad,

usando desde componentes discretas hasta computadoras; se establecen criterios para evaluar sistemas integrados o paquetes comerciales.

**6140 XY Temas especiales**

Estos varían de semestre en semestre, ya que son ofrecidos en función del interés de profesores y alumnos en determinado momento. Ejemplo de ellos son:

*Análisis de señales*  
*Modelos de sistemas con microcomputadora*  
*Periféricos para microprocesadores*  
*Circuitos electrónicos para comunicaciones*  
*Sistemas digitales I*

**Maestría en Ingeniería (Estructuras)**

**Doctorado en Ingeniería (Estructuras)**

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 66.
- b. Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 174.
- c. Prerrequisitos:  
0011 **Estática y resistencia de materiales**
- d. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0012 Elementos de dinámica  
0041 Matemáticas (tema 1)  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e. Asignaturas obligatorias:  
616106 Mecánica avanzada I  
616709 Matemáticas aplicadas I  
617206 Teoría general de las estructuras I
- f. Asignaturas regulares del plan de estudios:

---

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
0011	Estática y resistencia de materiales	3	
600906	Comportamiento de estructuras de concreto	3	
601209	Cascarones	4.5	
601306	Concreto presforzado	3	
602106	Diseño avanzado de estructuras de acero I	3	
602506	Dinámica estructural I	3	

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
602206	Diseño avanzado de estructuras de acero II	3	602106
602706	Diseño avanzado de estructuras de concreto	3	
605206	Inestabilidad estructural	3	616106
605306	Ingeniería sísmica I	3	
606306	Ingeniería sísmica II	3	605306, 617006* ó 617106*
616106	Mecánica avanzada I	3	0011
617206	Teoría general de las estructuras I	3	0096**
612306	Teoría general de las estructuras II	3	617206
6124XY	Temas especiales de Estructuras		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

g. Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
600107	Métodos experimentales	7	Mecánica Teórica y Aplicada
603706	Teoría de la elasticidad lineal	6	Mecánica Teórica y Aplicada
618509	Matemáticas aplicadas II	9	Matemáticas
609306	Teoría de la plasticidad	9	Mecánica Teórica y Aplicada
617006	Probabilidad y estadística I	6	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadoras	6	Matemáticas

\* Puede cursarse simultáneamente.

\*\* O conocimiento equivalente.

h. Programas condensados:

**600906 Comportamiento de estructuras de concreto**

Propiedades del material. Resistencia. Curvas esfuerzo-deformación. Efectos del tiempo. Cargas repetidas. Agrietamiento. Elementos a flexocompresión. Interacción. Modos de falla. Teoría de análisis, hipótesis y limitaciones. Tensión diagonal. Refuerzo por cortante. Torsión para elementos de concreto simple y reforzado. Interacción torsión-flexión, torsión-cortante. Adherencia y anclaje. Deflexiones. Agrietamiento. Estabilidad de marcos de concreto.

**601209 Cascarones**

Teoría general de la membrana. Aplicación a cascarones de revolución, traslación y paraboloides hiperbólicos. Teoría general lineal de flexión en cascarones. Aplicación a cascarones cilíndricos, esféricos, de traslación y a paraboloides hiperbólicos. Pandeos y vibraciones en cascarones. Problemas de diseño de cascarones. Placas plegadas.

**601306 Concreto presforzado**

Principios básicos. Modos de presfuerzo. Integran-tes del sistema de presfuerzo. Pretensados y postensados. Pérdidas. Trayectoria de presfuerzo. Adhe-encia. Pandeo lateral. Fatiga. Deformaciones. Presforzados compuestos. Efectos de cambios volumé-tricos. Vigas continuas. Capacidad de rotación y articulaciones plásticas. Losas. Columnas. Marcos. Aplicaciones especiales.

**602506 Dinámica estructural I**

Vibración de sistemas de un grado de libertad. Espectros. Sistemas de dos grados de libertad.

Coordenadas generalizadas. Problemas de valores característicos. Vibración forzada sin amortiguamiento; planteamiento y solución matricial para una excitación cualquiera. Introducción a sistemas continuos y vibraciones de sistemas no lineales.

**602106      Diseño avanzado de estructuras de acero I**

Elementos de metalurgia del acero. Comportamiento mecánico del acero. Rango elástico. Rango inelástico. Rango plástico. Análisis plástico. Articulación plástica. Factor de forma. Colapso plástico. Inestabilidad, pandeo lateral, pandeo local. Deformaciones. Fenómenos de cargas repetidas. Métodos de análisis y diseño: elástico, resistencia última y plástica. Ventajas y desventajas. Análisis plástico de estructuras reticulares. Diseño de miembros de acero estructural. Diseño por tensión, torsión, compresión, flexión y solicitaciones combinadas.

**602206      Diseño avanzado de estructuras de acero II**

Diseño de conexiones en estructuras de acero. Juntas remachadas, soldadas o con pernos de alta resistencia. Diversos tipos de juntas. Pandeo de placas. Interacción de secciones formadas por varias placas. Pandeo de placas bajo condiciones de cortante. Pandeo por interacción de esfuerzos normales y cortantes combinados. Estructuras compuestas por perfiles de lámina doblada en frío. Propiedades de pospandeo. Ancho efectivo. Diseño plástico de marcos contraventeados y no contraventeados. Diseño plástico de retícula de través. Análisis y diseño de estructuras reales.

**602706      Diseño avanzado de estructuras de concreto**

El plan de estudios se formula de acuerdo con los alumnos, escogiendo algunos de los siguientes te-

mas: análisis plástico de estructuras reticulares, diseño plástico de losas, tecnología del concreto y análisis de marcos mediante el método de la estructura equivalente.

**605206 Inestabilidad estructural**

Inestabilidad elástica e inelástica de estructuras simples, marcos continuos, placas y cascarones. Consideraciones generales. Teorías matemáticas aplicables y métodos numéricos. Factores de seguridad y métodos de diseño aconsejables para problemas usuales.

**605306 Ingeniería sísmica I**

Características de temblores. Sismicidad. Análisis sísmico-dinámico de estructuras elásticas e inelásticas. Espectros de diseño. Recomendaciones de estructuración. Análisis de marcos con elementos rigidizantes. Discusión del capítulo de diseño sísmico del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

**606306 Ingeniería sísmica II**

Sismología. Riesgo sísmico. Análisis probabilístico de la respuesta dinámica estructural. Estructuras especiales. Hidrodinámica. Sistemas estructurales continuos. Interacción dinámica suelo-estructura. Determinación de las propiedades dinámicas de los suelos: prospección sísmica y pruebas de laboratorio.

**616106 Mecánica avanzada I**

Introducción. Tensor de deformaciones. Tensor de esfuerzos. Ecuaciones de compatibilidad y de movimiento. Ecuaciones constitutivas. Curvas experi-

mentales esfuerzo-deformación. Energía de deformación. Trabajo virtual. Estado plano de esfuerzos y deformaciones. Problemas de elasticidad en dos dimensiones. Teoría de torsión de Navier-St. Venant. Flexión de barras de eje recto o curvo. Centro de cortante. Flexión de placas. Soluciones de Navier, Levy y series de Mc Laurin. Métodos variacionales. Vigas sobre cimentaciones elásticas.

**617206 Teoría general de las estructuras I**

Repaso de álgebra matricial. Análisis de estructuras reticulares. Vectores de fuerzas y de desplazamientos. Coordenadas globales y locales. Matrices de flexibilidades y de rigideces de elementos (prismáticos y no prismáticos). Método de los desplazamientos. Matriz de rigideces de una estructura. Efectos ocasionados por cambios de temperatura, hundimientos diferenciales y montaje. Matriz de flexibilidades de una estructura. Método de las fuerzas. Relación entre los métodos de las fuerzas y los desplazamientos; elección del método más adecuado. Análisis de armaduras planas y tridimensionales.

**612306 Teoría general de las estructuras II**

Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos al análisis de problemas estructurales. Estructuras tridimensionales, placas y cascarones. Aplicaciones a problemas dinámicos y no-lineales.

**6124XY Temas especiales de Estructuras**

Confiabilidad estructural. Diseño de cimentaciones. Diseño probabilístico. Optimización estructural. Ecuaciones constitutivas de materiales estructurales.

**Maestría en Ingeniería (Hidráulica)**

**Doctorado en Ingeniería (Hidráulica)**

**Opciones: Aprovechamientos hidráulicos, Hidrología, Geohidrología, Calidad del agua, Riego y Drenaje y Fluviomarítima.**

a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 66.

b. Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 174.

c. Prerrequisitos:

0031 Hidráulica

d. Requisitos sin crédito académico:

0001 Redacción técnica

0041 Matemáticas (tema 2)

0043 Probabilidad y estadística

Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

e. Asignaturas obligatorias:

615509 Hidráulica general

616709 Matemáticas aplicadas I ó

616809 Métodos matemáticos

f. Asignaturas regulares del plan de estudios:

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem.		Antecedentes
		Teor.	Lab.	
0031	Hidráulica		3	
410106	Aprovechamientos hidráulicos		3	605006*
410606	Diseño de sistemas de riego parcelario		3	
604406	Fenómenos transitorios en la hidráulica		3	615509
618406	Hidrología subterránea		3	

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teor. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
615509	Hidráulica general	4.5	
604906	Hidráulica fluvial	3	615509*
605006	Hidrología de superficie	3	
605106	Hidráulica marítima y estuarios	3	
412106	Irrigación y drenaje	3	
607306	Modelos hidráulicos	3	
608706	Obras hidroeléctricas y de riego	3	
412808	Principios y prácticas de riego	3	2
609506	Presas de almacenamiento y derivación	3	
6126XY	Temas especiales de Hidráulica		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

\* Puede cursarse simultáneamente.

g. Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	6	Mecánica Teórica y Aplicada
616709	Matemáticas aplicadas I	9	Matemáticas
618509	Matemáticas aplicadas II	9	Matemáticas
616809	Métodos matemáticos	9	Matemáticas
607406	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	6	Mecánica Teórica y Aplicada

h. Programas condensados:

**410106 Aprovechamientos hidráulicos**

Introducción. Modelos estadísticos, Ingeniería de sistemas. Aplicaciones a sistemas agrícolas, hidroeléctricos, control de avenidas, calidad del agua, agua subterránea.



- 410606**      **Diseño de sistemas de riego parcelario**
- Aplicación de los principios de ingeniería a la planeación y diseño de sistemas de irrigación. Métodos de aplicación del agua. Nivelación de tierras. Ingeniería de riego superficial. Medida del agua de riego. Prácticas.
- 604406**      **Fenómenos transitorios en la hidráulica**
- Flujo transitorio en canales. Una y dos dimensiones. Fenómenos de difusión. Golpe de ariete. Cámara de oscilación.
- 618406**      **Hidrología subterránea**
- Introducción. Régimen estacionario. Hidráulica de pozos en régimen transitorio. Pruebas de bombeo. Flujo en medios porosos en régimen transitorio. Simulación de acuíferos. Análisis de acuíferos. Modelos integrales.
- 615509**      **Hidráulica general**
- Métodos de análisis y ecuaciones fundamentales. Aspectos generales sobre flujo permanente en canales. Flujo uniforme. Régimen crítico en un canal. Flujo gradualmente variado. Flujo rápidamente variado. Flujo en canales no prismáticos. Vertedores y estructuras terminales.
- 604906**      **Hidráulica fluvial**
- Descripción de procesos y problemas fluviales. Mecánica del transporte de sedimentos. Cauces estables. Procesos de erosión y depósitos en ríos y estuarios. Obras de protección y defensa. Modelos fluviales. Obtención de datos.

- 605006 Hidrología de superficie**  
Comportamiento hidrológico de una cuenca. Análisis estadísticos en hidrología. Hidrometeorología. Análisis hidrológico en el diseño de proyectos hidráulicos. Hidrología urbana.
- 605106 Hidráulica marítima y de estuarios**  
Las ondas teóricas. Las ondas reales. Alteración del oleaje en la proximidad de la costa. Acción del oleaje sobre las estructuras. Diseño. Traslación de mareas. Régimen de costas. Modelos marítimos y obtención de datos.
- 412106 Irrigación y drenaje**  
Introducción. El riego en México. Cultivo, características físicas del suelo. Medida y movimiento del agua en el suelo. Salinidad. Evapotranspiración. Riego. Técnicas de riego. Principios, métodos y sistemas de drenaje agrícola. Diseño de drenaje parcelario.
- 607306 Modelos hidráulicos**  
Introducción. Análisis dimensional e inspeccional. Teoría de los modelos. Técnicas experimentales. Instrumental. Modelos físicos. Modelos matemáticos.
- 608706 Obras hidroeléctricas y de riego**  
Introducción. Obras de riego. Obras de drenaje de tierras. Obras hidroeléctricas

**412808 Principios y prácticas de riego**

Calidad del agua de riego. Características de suelos salinos y sódicos. Mejoramiento de suelos. Evapotranspiración. Demanda de agua de los suelos. Movimiento del agua en el suelo. Relaciones agua-planta. Eficiencia. Planes y prácticas de riego.

**609506 Presas de almacenamiento y derivación**

Introducción. Cortinas de tierra y enrocamiento. Cortinas de gravedad. Cortinas de contrafuertes. Cortinas en arco. Presas derivadoras.

**6126 XY Temas especiales de Hidráulica**

Investigación teórica y/o experimental de tópicos de actualidad en Hidráulica, de interés especial para el alumno y que no se incluyan en otros cursos. El curso o seminario quedará bajo la dirección de uno o más profesores de la Sección. Dentro de los temas impartidos destacan: Problemas de contaminación en la Ingeniería Hidráulica. Diseño de obras portuarias. Diseño de aprovechamientos hidráulicos. Hidrología dinámica. Aspectos económicos de los recursos hidráulicos. Análisis de datos. Planeación y manejo de recursos hidráulicos. Problemas de hidrodinámica en oceanografía e ingeniería naval. Métodos numéricos en Hidráulica. Estructuras marítimas. Procedimientos de optimización y control.

**Maestría en Ingeniería (Investigación de Operaciones)**

**Doctorado en Ingeniería (Investigación de Operaciones)**

a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 72.

Número de créditos requerido para obtener el Doctorado:  
180.

b. Prerrequisitos:

0041 Matemáticas (tema 1)  
0043 Probabilidad y estadística

c. Requisitos sin crédito académico:

0001 Redacción técnica  
0071 Economía  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

d. Asignaturas obligatorias:

615006 Estadística  
614509 Algebra lineal  
617106 Probabilidad  
617506 Teoría y técnicas de optimización I

e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
601506	Confiabilidad	3	617106, 627506
606806	Investigación de Operaciones en la programación de inver- siones	3	605406, 617506
607804	Metodología de la Investiga- ción de Operaciones	2	615006, 617506 605406
608106	Método científico	3	
618206	Teoría de inventarios	3	617106, 613906*
610106	Programación avanzada	3	0096
619106	Procesos estocásticos**	3	617106

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
611806	Simulación digital ***	3	617106, 615006
613206	Teoría de la espera	3	617106
613306	Teoría de decisiones	3	615006*
617506	Teoría y técnicas de optimización I	3	614509*
613906	Teoría y técnicas de optimización II	3	617506
6134 XY	Temas especiales de Investigación de Operaciones		
618904	Trabajo de Investigación I		
619004	Trabajo de Investigación II		

\* Puede cursarse simultáneamente.

\*\* Pertenece a la Sección de Matemáticas.

\*\*\* Se requiere tener conocimiento de programación de computadoras digitales.

f. Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
618106	Diseño de experimentos	6	Matemáticas
614806	Dinámica de sistemas lineales	6	Control
614906	Evaluación de proyectos	6	Planeación
604006	Estimación y filtrado	6	Control
605406	Análisis económico	6	Planeación
605706	Ingeniería de sistemas	6	Control
618006	Métodos numéricos para computadoras	6	Matemáticas
9600	Elementos de programación de computadoras electrónicas	0	Matemáticas
611006	Teoría de redes	6	Planeación
617406	Desarrollo económico I		Planeación

g. Programas condensados:

**606806 Investigación de Operaciones en la programación de inversiones**

Naturaleza del problema de inversión de capital.  
Clasificación de los problemas de selección de

inversiones. Desarrollo histórico de los modelos. Proceso de descuento y proceso de acumulación. Costo del capital. Criterios de evaluación de proyectos de inversión. Fuentes de financiamiento. Selección de proyectos sin restricciones presupuestales. Marco determinístico y marco probabilístico. Selección de inversiones con restricciones presupuestales. Proyectos independientes. Proyectos de inversión continua y discreta. Proyectos de uno y varios periodos de inversión. Selección estática y selección dinámica, en marco determinístico y probabilístico. Proyectos dependientes. Modelo general. Dependencia económica, tecnológica y secuencial. Submodelos para diversos tipos de dependencia. Análisis de casos específicos.

**607804 Metodología de la Investigación de Operaciones**

Se pretende proporcionar al estudiante las bases metodológicas que le permitan desarrollar el análisis y solución de problemas reales en el campo de la Investigación de Operaciones. Se analizarán en especial los problemas relacionados con la recopilación de información, construcción de modelos y la implantación de la solución. Se estudiarán las diferencias, similitudes y relaciones entre la Investigación de Operaciones, Ingeniería de Sistemas y Planeación, destacando los problemas metodológicos comunes. Desarrollo histórico de la Investigación de Operaciones. Naturaleza de la Investigación de Operaciones. Enfoque de sistemas. Método científico. Formulación de problemas. Modelos. Construcción de modelos. Sistemas. Definición general. Análisis de sistemas. Ingeniería de sistemas. Planeación. "Teorías" de la planeación. Planeación de sistemas. Criterios para la realización e implantación de proyectos. Principios generales. Estudio y discusión de casos. Práctica y desarrollo de la Investigación de Operaciones en México.

**608106      Método científico**

Naturaleza del conocimiento. Naturaleza de la investigación científica. Métodos deductivos. Deducción y razonamientos informales. Validez y forma. Razonamiento condicional. Razonamientos de alternativas. Otras estructuras de proposiciones. Inferencias lógicas. Elementos del conocimiento. Estructura heurística del método empírico. Estructura heurística de la ciencia. Cánones del método empírico. Modelos de método científico. Modelos y analogías. Análisis y discusión de metodologías concretas de investigación. Seminario sobre aplicaciones.

**618206      Teoría de inventarios**

Conceptos fundamentales. Clasificación de los modelos de inventario. Modelos determinísticos con funciones de costo especiales. Métodos de solución. Análisis de sensibilidad. Modelos probabilísticos dinámicos y estacionarios. Comparación de políticas de inventario. Técnicas no analíticas de solución. Diseño de sistemas de inventario.

**610106      Programación avanzada**

Elementos de teoría de redes. Listas y árboles. Listas encadenadas. Búsqueda binaria. Búsqueda en localizaciones. Mapeos. Búsquedas en dos direcciones. Tablas de decisiones y árboles de decisiones. Memorias auxiliares. Métodos de acceso. Diferentes tipos de organización de archivos. Organización de programas. Estrategias de proceso. Manejo en memoria. Memorias dinámicas.

**619106      Procesos estocásticos**

Conceptos básicos. Descripciones de un proceso es-

tocástico. Procesos con características especiales. Transformación de un proceso estocástico. Modelos básicos. Procesos de conteo. Procesos de Poisson. Procesos y cadenas de Markov. Procesos de renovación. Combinación de cadenas de Markov y procesos de renovación. Análisis armónico.

**611806 Simulación digital**

Modelos de simulación. Simulación de sistemas complejos. Simulación de procesos dinámicos. Selección de modelos. Uso de diferentes lenguajes de simulación y descripción detallada de sus elementos. Lenguajes GPSS, SIMSCRIPT y GASP II. Diseño de investigaciones mediante simulación. Simulación de sistemas de control en tiempo real. Ejemplos y aplicaciones.

**613206 Teoría de la espera**

Características de los sistemas de espera y servicio. Terminología, notación y distribución relacionadas. Sistemas con servidor único, varios servidores, capacidad finita, prioridades de atención e impaciencia. Otros sistemas. Métodos de solución analítica: diferencial, integral, funciones generatrices. Problemas en la estimación de parámetros. Análisis económico. Análisis de sensibilidad. Problemas especiales: sistemas de espera bajo tiempo compartido, tráfico intenso, servicio aleatorio e interferencia de maquinaria. Técnicas no analíticas de solución. Simulación y diseño de sistemas de espera. Análisis y discusión de casos.

**613306 Teoría de decisiones**

Probabilidad objetiva, subjetiva y lógica. Planteamiento filosófico y psicológico de la probabilidad subjetiva. Características de los problemas de deci-

sión. Matriz de pagos. Estrategias puras, aleatorias y mixtas. Decisiones admisibles. Decisiones Bayesianas. Criterios de decisión: minimax, máximo valor esperado, mínimo remordimiento, etc. Arbol de decisiones que maximiza el beneficio esperado. Valor esperado de la información perfecta e imperfectas. Funciones *a priori* y funciones conjugadas. Axiomas de Von Neumann y Morgenstern. Funciones de utilidad. Equivalencia de loterías. Pago de certidumbre. Construcción de funciones de utilidad. Decisiones individuales y de grupo. Aplicaciones a muestreo secuencial fijación de precio en concursos, mantenimiento de equipos, implantación de industrias, selección de computadoras y selección de proyectos de beneficio social.

**617506 Teoría y técnicas de optimización I**

El problema de optimización: clasificación, modelos, métodos y aspectos computacionales. La programación lineal. Fundamentos matemáticos. Teoría de dualidad. Método primal del simplex. Problemas especiales. Variantes del método. Método de las dos fases, formas revisadas. Algoritmo dual, método de pivotes complementarios, técnicas para variables acotadas y técnicas de partición. Análisis de postoptimización. Conceptos básicos de teoría de redes. El problema de flujos restringidos y costo mínimo. Problemas especiales. El método de solución primal-dual.

**613906 Teoría y técnicas de optimización II**

Introducción. El problema de programación no lineal. Condiciones necesarias y suficientes de optimalidad. Teoría de dualidad. Interpretación geométrica y económica del problema dual. Concepto y propiedades básicas de un algoritmo. Teoremas de convergencia. Clasificación de los métodos de solu-

ción. Métodos de gradiente, direcciones conjugadas y de quasi-Newton. Métodos primales y primal dual. Ventajas computacionales de los diferentes métodos de solución.

**6134XY Temas especiales**

*Convexidad y optimización*

Introducción, motivación y aplicaciones. Los conjuntos convexos. Funciones convexas. Operaciones con funciones convexas. El interior relativo, la cerradura y el cono de recesión de un conjunto convexo. Teoremas de separación. La continuidad de las funciones convexas. La función convexa conjugada. Operaciones duales. Derivada direccional y subgradiente de una función convexa. La caracterización del mínimo de una función convexa. La teoría de perturbaciones de la programación convexa. El teorema de Fenchel. Aplicaciones: el problema dual de la programación lineal, cuadrática, convexa, separable, convexa y geométrica. El principio de Pontryagin en modelos de control lineales. Los métodos primal-dual de la programación convexa.

*Programación dinámica*

Introducción, formulación y clasificación de problemas de optimización; problemas lineales, no lineales, dinámicos y estocásticos. Características generales de la programación dinámica. La ecuación básica de recurrencia. Problemas típicos en la programación dinámica. El problema de inventarios, selección de inversiones, redes y otros. Modelos de decisión markoviana. Métodos de solución; algoritmo de Howard. Limitaciones y ventajas computacionales de la programación dinámica. El método de multiplicadores de Lagrange e incremental de estados. Solución por medio de computadora de problemas específicos.

### *Programación entera*

Definición, naturaleza y características del problema de programación entera. Aplicaciones. El problema de localización de plantas, el problema de la mochila, el agente viajero, el problema de selección de inversiones y otros. Métodos de solución. Métodos de hiperplanos de corte; Gomory, González-Young y otros. Métodos enumerativos. Método de Land y Doing, y Little. Métodos de Balas-Geoffrion. Métodos de teoría de grupos, Programación binaria. Métodos de ramificación y acotamiento.

### *Técnicas de muestreo*

Introducción. Usos del muestreo. Principales pasos en un encuesta por muestreo. Muestreo aleatorio simple. Estimación de proporciones. Variancia de los estimadores muestrales. Distribuciones del estimador de la proporción poblacional. Determinación del tamaño de la muestra. Especificación de la precisión. Estimaciones previas de las variancias. Muestreo estratificado. Afijación de la muestra: óptima y proporcional. Precisión relativa. Requerimientos para una buena estratificación. Efecto de errores en el tamaño de los estratos. Estimación por el método de la razón. Estimadores de regresión. Muestreo sistemático. Muestreo sistemático estratificado. Muestreo sistemático en dos variables. Otros diseños y sus aplicaciones.

**Otros temas especiales:**

*Economía y optimización*

*Métodos de programación lineal para grandes sistemas*

*Sistemas de información*

*Series de tiempo*

*Teoría de decisiones con objetivos múltiples*

*Cursos Proyecto*

## Sección de Matemáticas

- a. No se ofrecen en esta Sección grados académicos en Matemáticas. Las asignaturas que se imparten pueden ser cursadas por cualquier alumno de la División, de acuerdo con su plan de estudios particular, autorizado por el Jefe de Sección correspondiente.

Para cursar cualquiera de las asignaturas con crédito académico de esta Sección, es **requisito indispensable** haber aprobado el curso introductorio, 0041 Matemáticas.

- b. Asignaturas que se ofrecen con regularidad:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
0041	Matemáticas (temas 1 y 2)	4.5	
0043	Probabilidad y estadística	4.5	
0096	Elementos de programación de computadoras electrónicas	3	
614509	Álgebra lineal	4.5	0041
315006	Estadística	3	617006 617106
616709	Matemáticas aplicadas I	4.5	0041
618006	Métodos numéricos para computadoras*	3	616709
617106	Probabilidad	3	0043, 0041
619106	Procesos estocásticos	3	617106

\* Se requiere tener conocimientos de Programación de computadoras digitales.

- c. Asignaturas que se ofrecen de acuerdo con la demanda:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
618106	Diseño de experimentos		617006 ó 617106
618509	Matemáticas aplicadas II	4.5	616709
617006	Probabilidad y estadística I	3	0043, 0041
6188XY	Temas especiales de Matemáticas		0041

d. Programas condensados:

**614509 Algebra lineal**

Espacios vectoriales. Definiciones. Combinación lineal. Dependencia lineal. Bases y dimensión de un espacio vectorial. Subespacios. Variedades lineales. Ejemplos y aplicaciones. Matrices y sus propiedades: Definiciones. Matriz traspuesta, simétrica, inversa, positiva, definida y otras. Caracterizaciones equivalentes. Operaciones con matrices. Ejemplos y aplicaciones. Sistemas de ecuaciones lineales. Existencia de soluciones. Métodos de solución. Aplicaciones. Conceptos básicos de convexidad. Conjuntos y conos convexos. Hiperplanos separantes y soportes. Puntos extremos. Teoremas de separación de conjuntos convexos. Funciones convexas. Propiedades elementales.

**618106 Diseño de experimentos**

Elementos de la construcción de modelos. Planeación de experimentos. Clasificación de estudios experimentales. Modelos lineales. Estimación por el método de mínimos cuadrados. Análisis de residuales. Pruebas de bondad de ajuste. Diseños completamente aleatorizados. Efectos principales e interacciones. Bloques aleatorizados. Bloques incompletos balanceados. Cuadrados latinos. Diseños factoriales. Experimentos quasi-factoriales. Análisis de superficies de respuesta. Método de Operación Evolutiva. Ajuste de modelos no lineales. Diseño experimental para modelos no lineales.

**615006 Estadística**

Introducción. Conceptos filosóficos y estadísticos de inferencia. Estimación de parámetros. Intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis. Pruebas

secuenciales. Métodos no paramétricos para probar hipótesis. Introducción a la teoría de decisiones. Enfoque Bayesiano. Decisiones con nueva información. Decisiones con procesos aleatorios independientes. Análisis terminal. Regresión lineal múltiple. Análisis de variancia. Método Monte Carlo. Generación de números aleatorios. Técnicas para reducción de variancia.

**616709 Matemáticas aplicadas I**

*Algebra lineal.* Espacios vectoriales lineales. Bases. Dimensión. Matrices. Ecuaciones lineales. Transformaciones lineales. Composición e inversa de transformaciones. Ortogonalidad. Bases ortogonales. Espacio dual. Formas bilineales. Formas cuadráticas. Polinomios de matrices. Valores característicos. Teorema de Cayley-Hamilton. Vectores característicos de transformaciones lineales simétricas. *Ecuaciones diferenciales ordinarias.* Teorema de existencia y unicidad. Ecuaciones lineales de segundo orden. Ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes. Soluciones en serie. Ecuaciones de Euler. Ecuaciones de Bessel. Ecuaciones lineales de orden  $n$ . Transformada de Laplace. Solución de diversos casos. Convoluciones. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Sistemas con coeficientes constantes. Métodos de solución y problemas.

**618509 Matemáticas aplicadas II**

Los números complejos. *Funciones de variable compleja.* Límites, continuidad, series, derivadas, diferenciales e integración de funciones de variable compleja. Funciones analíticas elementales. Series de potencias. Series de Laurent. Residuos. Representación conforme. Transformación de Schwarz-Christoffel. *Ecuaciones diferenciales par-*

*ciales*. Ecuaciones de primer orden lineales y no lineales. Ecuaciones lineales y casi lineales de segundo orden. Ecuaciones hiperbólicas. Sistemas de ecuaciones lineales de primer orden. Invariantes. Problemas con valores iniciales. Representación de Riemann. Ecuaciones elípticas. Problemas de Dirichlet y de Neumann. Fórmulas y función de Green. Soluciones fundamentales de la ecuación de Laplace en  $n$  dimensiones. Ecuación de Helmholtz. Problemas de propagación de ondas. Ecuaciones parabólicas. Propagación del calor.

**618006**

**Métodos numéricos para computadoras**

Generalidades sobre el uso de las computadoras digitales en la solución de problemas matemáticos. Errores de redondeo. Errores de truncación. Propagación de los errores. Estimación del tiempo de computación y del número de operaciones requerido para realizar un algoritmo. Solución de sistemas algebraicos lineales. Métodos directos. Métodos iterativos. Condiciones de convergencia del método. Aceleración de la convergencia. Interpolación de polinomios. Evaluación de polinomios. Integración numérica. Problemas de valores iniciales en ecuaciones diferenciales ordinarias. Método usando series de Taylor, de Runge-Kutta, de pasos múltiples, de predicción y corrección. Solución de sistemas algebraicos no lineales. Raíces complejas. Sistemas de  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas. Solución digital de problemas de valores característicos. Método de las reflexiones para tridiagonalización. Temas selectos adicionales, según los intereses de los alumnos y la disponibilidad de conferenciantes (métodos numéricos de optimización; aproximación de funciones; la transformada rápida de Fourier; el método de Monte Carlo; solución de problemas "de dos puntos" en ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones diferenciales parciales).

**617006 Probabilidad y estadística I**

Breve revisión de conceptos básicos de la teoría de probabilidades. Distribuciones y densidades condicionales de variables aleatorias. Distribuciones conjuntas de variables aleatorias. Distribuciones marginales. Funciones de una y de varias variables aleatorias. Modelos probabilísticos. Ley de los grandes números. Secuencias de variables aleatorias. Convergencia. Teorema del límite central. Inferencia estadística. Estimación de parámetros. Intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis. Modelo lineal simple. Pruebas de bondad de ajuste.

**617106 Probabilidad**

Breve revisión de conceptos básicos de la teoría de probabilidades. Experimentos combinados. Distribución y densidad condicional de variables aleatorias. Funciones de una variable aleatoria. Esperanza, dispersión y momentos. Funciones características y generatrices. Distribución conjunta. Distribuciones marginales y condicionales. Variables aleatorias independientes. Funciones de varias variables aleatorias. Esperanza, momentos y funciones generatrices y características. Secuencias de variables aleatorias. Conceptos de convergencia. Ley de los grandes números. Teorema del límite central. Introducción a los procesos estocásticos.

**619106 Procesos estocásticos**

Conceptos básicos. Descripción de un proceso estocástico. Procesos con características especiales. Transformación de un proceso estocástico. Modelos básicos. Procesos de conteo. Procesos de Poisson. Procesos y cadenas de Markov. Procesos de renovación. Combinación de cadenas de Markov y procesos de renovación. Análisis armónico.

**6188XY Temas especiales de matemáticas.**

Métodos variacionales. Teoría de las oscilaciones y estabilidad. Series de tiempo. Lógica y lenguaje. Manejo de archivos en computadora. Análisis matemático. Estadística no paramétrica.

## Maestría en Ingeniería (Mecánica)

Opciones: Diseño mecánico, Termociencias, Ingeniería de manufactura, Ingeniería de proyectos

a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 66.

b. Prerrequisitos:

b.1 Para la opción en Diseño mecánico:

0011 Estática y resistencia de materiales

b.2 Para las opciones en Termociencias e Ingeniería de manufacturera:

0013 Termodinámica

b.3 Para la opción en Ingeniería de proyectos:

0071 Economía

c. Requisitos sin crédito académico:

0001 Redacción técnica

0012 Dinámica

0041 Matemáticas (tema 1)\*\*

Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

d. Asignaturas obligatorias:

d.1 Para la opción en Diseño mecánico:

614406 Análisis y síntesis de mecanismos

614609 Dinámica clásica

616709 Matemáticas aplicadas I

d.2 Para la opción en Termociencias:

616406 Fundamentos de la mecánica de fluidos

616709 Matemáticas aplicadas I

617809 Termodinámica general

d.3 Para la opción en Ingeniería de manufactura:

616709 Matemáticas aplicadas I

616908 Metalurgia mecánica

617906 Tratamientos térmicos

\* Para la opción en Termociencias se debe aprobar el tema 2

Clave	Nombre de la asignatura	Créditos	Sección
600107	Métodos experimentales	7	Mecánica Teórica y aplicada
601706	Control de procesos	6	Control
614806	Dinámica de sistemas lineales	6	Control
603406	Diseño de instrumentos eléctricos	6	Control
603706	Teoría de la elasticidad lineal	6	Mecánica Teórica y Aplicada
615006	Estadística	6	Matemáticas
615306	Fenómenos de transporte	6	Petrolera
605706	Ingeniería de sistemas	6	Control
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	6	Control
606706	Dinámica de sistemas elásticos	6	Mecánica Teórica y Aplicada
615806	Introducción a la mecánica	6	Mecánica Teórica y Aplicada
616106	Mecánica avanzada I	6	Estructuras
607209	Teoría del medio continuo	9	Mecánica Teórica y Aplicada
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	6	Mecánica Teórica y Aplicada
618006	Métodos numéricos para computadoras	6	Matemáticas
607406	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	6	Mecánica Teórica y Aplicada
618309	Teoría de la viscoelasticidad	6	Mecánica Teórica y Aplicada
616908	Metalurgia mecánica	8	Mecánica
608207	Métodos de elasticidad lineal	7	Mecánica Teórica y Aplicada
610106	Programación avanzada	6	Inv. de Operaciones
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	9	Inv. de Operaciones
611706	Sistemas dinámicos no lineales	6	Control
611506	Sensores y actuadores	6	Control
611806	Simulación digital	6	Inv. de Operaciones
612102	Seminario de mecánica	2	Mecánica Teórica y Aplicada
613206	Teoría de la espera	6	Inv. de Operaciones
613306	Teoría de decisiones	6	Inv. de Operaciones
6136XY	Temas especiales de Ingeniería Mecánica		
6141 XY	Temas especiales de mecánica teórica y aplicada		
617809	Termodinámica general	9	Mecánica

d.4 Para la opción en Ingeniería de proyectos:

411705	Análisis económico de proyectos de ingeniería
614706	Dinámica de procesos industriales
616709	Matemáticas aplicadas I
610610	Proyecto de maestría

e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem. Teor. Lab.	Antecedentes
0013	Termodinámica	3	
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	3	0011, 0012, 0041
603106	Diseño mecánico auxiliado por computadora		
616908	Metalurgia mecánica	3	2
610706	Radiación térmica	3	616709, 617809
6136XY	Temas especiales de Ingeniería mecánica		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		
617809	Termodinámica general		0013
601906	Convección de calor y masa	3	616709, 616406
603606	Difusión de calor y masa	3	616709
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	3	0096
604806	Fundamentos del diseño	3	
617906	Tratamientos térmicos	3	
610610	Proyectos de maestría	1	8

f. Otras asignaturas recomendables:

Clave	Nombre de la asignatura	Créditos	Sección
0096	Elementos de programación de computadoras electrónicas	0	Matemáticas
600107	Métodos experimentales	7	Mecánica Teórica y Aplicada

g. Programas condensados:

**603106**      **Diseño mecánico auxiliado por computadora**

Formulación del problema de diseño óptimo. Método gráfico de R.C. Johnson. Optimización de magnitud mediante computadora. Algoritmos de Box y paquete OPTIM. Algoritmos de Hooke y Jeeves, Davidon-Fletcher-Powell y de búsqueda aleatoria, paquete OPTISEP. Discretización de variables impuesta por la disponibilidad comercial de tamaños y capacidades de componentes. Regresiones polinomiales y no polinomiales para el manejo de información tabular y gráfica de catálogos de fabricantes. Selección automatizada de materiales óptimos. Búsqueda en las fronteras. Optimización de forma, métodos numéricos, introducción al cálculo de variaciones, ecuación de Euler-Lagrange. Simulación paquetes SAS II, SAS III y DYSIM. Optimización de configuración, paquete HTX.

**614609**      **Dinámica clásica**

Cinemática de la partícula y del cuerpo rígido. Segunda Ley de Newton. Problemas con valores iniciales. Principios de conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular y de la energía. Principios variacionales de la mecánica clásica. Coordenadas generalizadas. Ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Hamilton. Aplicaciones.

**616908**      **Metalurgia mecánica**

Propiedades mecánicas de los metales y aleaciones. Relaciones entre las propiedades mecánicas, la estructura cristalina y la microestructura. Aplicaciones de la cristalografía y de las teorías modernas de la plasticidad al estudio de la deformación y fractura de materiales metálicos usados en ingeniería.

Factores estructurales que controlan la resistencia a la fluencia y la fractura. Efectos de la temperatura y de las condiciones de deformación. Optimización de las propiedades mediante el control de la microestructura. Mecanismos de endurecimiento. Formación de orientaciones preferenciales. Texturas de deformación y de recocido.

**610706 Radiación térmica**

Conceptos fundamentales. Propiedades del cuerpo negro. Propiedades de superficies no negras. Teoría electromagnética. Radiación entre superficies. Factores de configuración. Superficies grises difusas. Superficies reflejantes. Radiación entre medios absorbentes, emisores y dispersivos. Espesor óptico. Ecuaciones de transferencia. Métodos aproximados de solución.

**617809 Termodinámica general**

Repaso de conceptos de termodinámica clásica. Criterios de equilibrio. Termodinámica de procesos irreversibles. Introducción a la teoría cinética de los gases. Descripción estadística de sistemas de partículas. Métodos básicos de la mecánica estadística. Mecánica cuántica-estadística.

**601906 Convección de calor y masa**

Ecuaciones fundamentales. Transferencia de calor en flujos laminares. Transferencia de calor en flujos turbulentos. Convección natural. Problemas especiales de transferencia de calor. Transferencias de masa.

**603606 Difusión de calor y masa**

Ecuaciones fundamentales de la conducción de

calor. Problemas en una, dos y tres dimensiones en estado permanente. Problemas en estado no permanente. Métodos variacionales. Método de relajación. Simulación analógica. Principios fundamentales de la difusión de masa. Difusión en sólidos. Difusión en gases. Difusión en líquidos.

**603506      Diseño gráfico por medio de computadora**

Se presentan las técnicas de manejo de datos en forma gráfica por medio de la interconexión entre un cinescopio y una computadora digital. Se pone atención al modo interactivo entre la computadora y el diseñador. Es un curso multidisciplinario y está abierto a estudiantes graduados de todas las ramas de la Ingeniería que estén interesados en algún aspecto del diseño ingenieril. Cada alumno desarrollará un proyecto completo durante el curso.

**604806      Fundamentos del diseño**

Se dota al alumno de la capacidad para enfocar un problema de diseño de una manera integral mediante una metodología probada, prestando especial atención a los aspectos de síntesis y creación, e integrando éstos a los de análisis y cálculo. Se desarrolla un proyecto durante el curso.

**617906      Tratamientos térmicos**

Principios de los tratamientos térmicos. Relación entre las microestructuras resultantes y las propiedades mecánicas. Recocido, normalizado, temple y revenido, austempering y martempering. Tratamientos térmicos de aceros al carbón y aleados, aceros para herramientas, aceros inoxidables y fundiciones de hierro. Atmósferas protectoras y tratamientos superficiales. Tratamientos térmicos de aleaciones no ferrosas de base aluminio y base

cobre. Defectos en los tratamientos térmicos.

**6136XY Temas especiales de Mecánica**

*Conversión directa de energía*

Revisión de los principales métodos de conversión directa de energía calorífica en energía eléctrica. Convertidor magnetohidrodinámico de Faraday. Convertidores termoeléctricos. Convertidor termodinámico en vacío y en gas. Convertidor fotoeléctrico.

*Introducción a la Bioingeniería*

Aplicación de las técnicas de la ingeniería a los sistemas biológicos y fisiológicos. Teoría del control de la neurofisiología. Modelos electrónicos de digitales de neuronas. Simulación de redes neuronales. Estudio estadístico de trenes de impulso.

*Teoría del corte de metales y aplicaciones*

Teorías de corte. Desgaste de herramientas. Medición de parámetros de corte, economía de temperatura de corte, materiales de herramientas. Desarrollo especial en carburos y cerámica. Estudio de recubrimientos para evitar el desgaste.

**Maestría en Ingeniería (Mecánica de Suelos)**

**Doctorado en Ingeniería (Mecánica de Suelos)**

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 68.
- b. Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 176.

c. Prerrequisitos:

0014 Fundamentos de mecánica\*\*

d. Requisitos sin crédito académico:

0001 Redacción técnica

0015 Geología\*\*

0041 Matemáticas (tema 1)

Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

e. Asignaturas obligatorias:

615406 Geología aplicada a la ingeniería civil

616008 Laboratorio de mecánica de suelos

616206 Mecánica de suelos I

616306 Mecánica de suelos II

615906 Introducción a la mecánica de medios continuos

616509 Mecánica de suelos aplicada

616709 Matemáticas aplicadas I

f. Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teor. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
600806	Cimentaciones I	3	616306
602806	Dinámica de suelos	3	616306*
604306	Flujo de agua en suelos		616306*
615406	Geología aplicada a la ingeniería civil	3	
615906	Introducción a la mecánica de medios continuos	3	0041, 610709

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teor. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
616008	Laboratorio de mecánica de suelos	8	616206
616206	Mecánica de suelos I	3	
616306	Mecánica de suelos II	3	616206
607908	Mecánica de rocas	4	615906
616509	Mecánica de suelos aplicada	4.5	616306 616008
609409	Presas de tierra y enrocamiento	4.5	616306
6125XY	Temas especiales de Mecánica de Suelos		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		
SAA 1 09	Cimentaciones II**	4.5	600806

\* Puede cursarse simultáneamente.

\*\* Asignatura pendiente de aprobación por el Consejo Universitario.

g. Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
617206	Teoría general de estructuras	6	Estructuras
607209	Teoría del medio continuo	9	Mec. Teor. y Apl.
617006	Probabilidad y estadística I	6	Matemáticas

h. Programas condensados:

**600806 Cimentaciones I**

Selección de cimentaciones de acuerdo con características estratigráficas y mecánicas del subsuelo. Criterio sobre hundimientos totales y diferenciales. Revisión de propiedades mecánicas del suelo. Cálculo de esfuerzos en la masa del suelo. Cálculo del estado de presión hidráulica en la masa del suelo. Capacidad de carga. Cimentaciones superficiales. Diseño de cimentaciones compensadas. Esfuerzos de contacto-interacción estructura-suelo.

**SAA I 09 Cimentaciones II**

Hundimiento regional de la superficie del suelo. Caso histórico: ciudad de México. Capacidad última de pilotes y bellos. Diseño de cimentaciones con pilotes apoyados de punta. Estabilidad de excavaciones profundas. Ingeniería sísmica en cimentaciones, comportamiento de cimentaciones y de elementos resistentes construidos en el subsuelo. Interacción estructura-suelo.

**604306 Dinámica de suelos**

Introducción a la dinámica de suelos. Vibración de sistemas de un grado de libertad. Introducción a la teoría de propagación de ondas en un medio elástico. Teoría para una masa rígida sobre un cuerpo elástico. Modelos de masas concentradas. Propiedades dinámicas de los suelos. Filtración de ondas y aislamiento de vibraciones. Vibración de sistemas de múltiples grados de libertad. Efecto de los temblores en la respuesta dinámica de los suelos. Efecto de las condiciones locales de suelos en los movimientos durante un temblor. Efecto de las cimentaciones sobre la respuesta dinámica de las estructuras. Licuación de suelos granulares. Comportamiento dinámico de taludes y de presas de tierra. Dosificación de suelos mediante vibraciones. Modelos físicos en dinámica de suelos. Comportamiento dinámico de estructuras subterráneas.

**615406 Flujo de agua en suelos**

Flujo de agua en presas. Flujo de agua en suelos heterogéneos y anisotrópicos. Analogía eléctrica y relajación. Tubificación y ebullición de las arenas. Casos especiales de flujo no establecido. Electrósmosis. Pozos de bombeo. Abatimiento del nivel freático de cimentaciones.

- 616008 Geología aplicada a la ingeniería civil**  
Introducción. Clasificación e identificación de las rocas. Los fenómenos geológicos. Las aguas subterráneas. Movimientos en masa del suelo y fenómenos relacionados con ellos. Métodos de exploración. La geología en la construcción de presas. La geología en la construcción de túneles y obras subterráneas. La geología en la construcción de canales. La geología en la construcción de carreteras. Obras portuarias.
- 616208 Laboratorio de Mecánica de Suelos**  
Pruebas de laboratorio. Identificación de suelos. Discusión de aspectos prácticos de la mecánica de suelos.
- 616206 Mecánica de Suelos ↓**  
Introducción. Proceso de formación de los suelos y sus relaciones con las propiedades mecánicas. Definición y usos de las relaciones volumétricas y gravimétricas entre las fases de un suelo. Influencia de las características de los granos en el comportamiento mecánico de los suelos. Plasticidad y capilaridad en suelos finos. Relaciones entre la estructura de los suelos y sus propiedades mecánicas. El sistema unificado de clasificación de suelos. Definición, uso y determinación de la permeabilidad de los suelos. Esfuerzos efectivos y esfuerzos neutros en suelos no comprensibles. Discusión, uso y cuantificación de la deformabilidad y la compresibilidad de suelos. Esfuerzos efectivos y neutros en suelos comprensibles. Mecanismos de resistencia de los suelos. Compactación de suelos.
- 616306 Mecánica de Suelos II**  
Distribución de presiones en el suelo. Análisis de asentamientos. Muros de retención. Aplicaciones

de las teorías de elasticidad y plasticidad a problemas de cimentación. Capacidad de carga de cimentaciones poco profundas. Cimentación por cilindros y pilotes. Tablestacas. Estabilidad de taludes.

**615906**      **Introducción a la mecánica de medios continuos**

Conceptos fundamentales. Concepto del medio continuo. Propiedades mecánicas del medio continuo. Ecuaciones constitutivas y analogías. Esfuerzos, deformaciones: esfuerzos, deformaciones y flujos. Ecuaciones de campo. Fundamentos de las teorías de la elasticidad y de la plasticidad. Fundamentos de la mecánica de los fluidos. Problemas de elasticidad lineal. Métodos variacionales. Complementos de plasticidad. Viscoelasticidad lineal. Tópicos adicionales: mecánica no lineal y/o aplicaciones diversas.

**607908**      **Mecánica de rocas**

Generalidades. Las muestras de roca. Propiedades. Índices de las rocas. Resistencia de deformabilidad. Criterios de falla. Las masas rocosas. Pruebas de campo. Aplicaciones.

**616509**      **Mecánica de suelos aplicada**

Empuje de tierras. Estabilidad de taludes. Cimentaciones. Excavaciones profundas. Temas especiales.

**609409**      **Presas de tierra y enrocamiento**

Factores que influyen en la selección del tipo de presa. Características generales y elementos constitutivos de una presa de tierra y/o enrocamiento. Criterios de diseño. Selección de las boquillas y exploraciones. Tratamiento de la cimentación y los empotramientos. Enrocamiento. Naturaleza, causas

e importancia de las fallas. Análisis de estabilidad. Análisis de flujo de agua. Compactación y propiedades mecánicas de los suelos finos. Compactación y propiedades mecánicas de los enrocamientos. Instrumentación y estudio del comportamiento.

**6125 XY Temas especiales**

Estos varían de semestre a semestre, ya que son ofrecidos en función del interés de profesores y alumnos en determinado momento. Algunos de estos son:

*Seminario de cimentaciones I*

*Seminario de cimentaciones profundas*

*Seminario de mecánica de medios continuos*

*Pavimentos*

*Mecánica de suelos aplicada a las vías terrestres*

*Seminario sobre diseño y construcción de presas de tierra y enrocamiento*

*Seminario de dinámica de suelos*

*Métodos numéricos aplicados a mecánica de suelos*

**Maestría en Ingeniería (Mecánica teórica y aplicada)**

**Doctorado en Ingeniería (Mecánica teórica y aplicada)**

**Opciones: Sólidos, Fluidos, Sistemas dinámicos**

a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 66.

Número de créditos requerido para obtener el Doctorado:  
174.

b. Prerrequisitos comunes a la Maestría y al Doctorado:

0011 Estática y resistencia de materiales

c. Requisitos sin crédito académico:

c.1 Para la Maestría:

0001 Redacción técnica

0041 Matemáticas (tema 1)

Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

c.2 Para el Doctorado:

Además de aquellos que se exigen para la Maestría,  
otro idioma de los señalados.

d. Asignaturas obligatorias:

d.1 Para la Maestría:

614609 Dinámica clásica

615806 Introducción a la mecánica

616709 Matemáticas aplicadas I

d.2 Para el Doctorado:

Las señaladas en el inciso d.1, y

607209 Teoría del medio continuo

618509 Matemáticas aplicadas II

e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem.		Antecedentes
		Teor.	Lab.	
0012	Elementos de dinámica	3		
606706	Dinámica de sistemas elásticos	3		
615806	Introducción a la mecánica	3		
600107	Métodos experimentales	3	1	0011 ó 615806, 0041
614609	Dinámica clásica	4.5		0011, 0012 ó 615806
603706	Teoría de la elasticidad lineal	3		0011 ó 615806, 0041
607209	Teoría del medio continuo	4.5		615806, 616709
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	3		0041
607406	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	3		616406
618309	Teoría de viscoelasticidad	4.5		0012 ó 615906, 0041
609300	Teoría de la plasticidad	4.5		0011 ó 7615806, 0041
608207	Métodos de la elasticidad lineal	2	3	603706
612102	Seminario de mecánica	2		
6141XY	Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada			
618904	Trabajo de investigación I			
619004	Trabajo de investigación II			

f. Otras asignaturas recomendables:

Clave	Nombre de la asignatura	Créditos	Sección
0096	Elementos de programación de computadoras electrónicas	0	Matemáticas
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	6	Ing. Mec.
601706	Control de procesos	6	Control
614706	Dinámica de procesos industriales	6	Control
614806	Dinámica de sistemas lineales	6	Control
604006	Estimación y filtrado	6	Control
604406	Fenómenos transitorios de la Hidráulica	6	Hidráulica
615509	Hidráulica general	9	Hidráulica
605306	Ingeniería sísmica I	6	Estructuras
605706	Ingeniería de sistemas	6	Control
615609	Circuitos electrónicos analógicos	9	Electrónica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Sección</i>
615709	Circuitos electrónicos digitales	9	Electrónica
606306	Ingeniería sísmica II	6	Estructuras
616106	Mecánica avanzada I	6	Estructuras
607306	Modelos hidráulicos	6	Hidráulica
607606	Métodos operacionales	6	Potencia
618509	Matemáticas aplicadas II	9	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadoras	6	Matemáticas
608106	Método científico	6	Inv. de Op.
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	6	Control
609106	Optimización de sistemas dinámicos II	6	Control
610106	Programación avanzada	6	Inv. de Op.
617006	Probabilidad y estadística I	6	Matemáticas
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	9	Inv. de Op.
617106	Probabilidad	6	Matemáticas
619106	Procesos estocásticos	6	Matemáticas
611706	Sistemas dinámicos no lineales	6	Control
611606	Simulación de sistemas dinámicos	6	Control
611806	Simulación digital	6	Inv. de Op.
617206	Teoría general de las estructuras I	6	Estructuras
612306	Teoría general de las estructuras II	6	Estructuras
617506	Teoría y técnicas de optimización I	6	Inv. de Op.
613906	Teoría y técnicas de optimización II	6	Inv. de Op.
617809	Termodinámica general	9	Ing. Mec.

g. Programas condensados:

**600107 Métodos experimentales**

Presentación de conceptos básicos y principios en el diseño y uso de instrumentos para medir diversas magnitudes físicas. Mediciones de desplazamientos y deformaciones unitarias. Mediciones estáticas y dinámicas. Análisis del comportamiento dinámico de instrumentos. Principios de operación y características de los instrumentos para medir temperatura, presión y flujo. Teorías de similitud y análisis dimensional. Criterios para la generación de modelos distorsionados. Diversos métodos. Simulación analógica. Diversos tipos de analogías. Conceptos básicos para el uso de calculadoras analógicas. Modelado y escalamiento de sistemas.

Uso efectivo de graficadores. Sistemas híbridos. Manejo de la información obtenida de mediciones. Conceptos estadísticos. Organización de informes.

**614609 Dinámica clásica**

Cinemática de la partícula y del cuerpo rígido. Segunda Ley de Newton. Problemas con valores iniciales. Principios de conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular y de la energía. Principios variacionales de la mecánica clásica. Coordenadas generalizadas. Ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Hamilton. Aplicaciones.

**603706 Teoría de la elasticidad lineal**

Desplazamiento y deformación. Gradiente de desplazamiento y de deformación. El principio del esfuerzo debido a Cauchy. Ecuación constitutiva del sólido linealmente elástico. Ecuación de movimiento. Teoremas de reciprocidad. El problema elástico: existencia y unicidad de la solución. Problemas con valores iniciales y valores en la frontera. Problemas estáticos de elasticidad. Estado plano de esfuerzo y de deformación. Problemas tridimensionales de valores en la frontera. Termodinámica del sólido linealmente elástico.

**606706 Dinámica de sistemas elásticos**

Sistemas discretos. Vibraciones libres con amortiguamiento y sin él. Excitación periódica. Excitación arbitraria. Cuerdas. Vibraciones libres y forzadas. Vibraciones longitudinales en barras. Teoría de Love. Teoría de Pochhammer-Chree. Soluciones por transformada de Laplace. Vigas. Teoría de Rayleigh. Teoría de Timoshenko. Métodos aproximados. Método de Myklestad para vigas. Membranas. Ecuaciones de movimiento. Placas. Método de

Reisman para vibraciones forzadas. Cascarones. Velocidades críticas. Efectos giroscópico y de desbalanceo. Análisis generalizado de un rotor.

**615806**

**Introducción a la mecánica**

Cinemática. Vector desplazamiento de un punto. Deformación de un medio continuo. Descomposición polar del gradiente de deformación. Descomposición cartesiana del gradiente de velocidad. Ecuaciones del movimiento. Energía cinética. El tensor de inercia. Ecuaciones del impulso y la cantidad de movimiento y del trabajo y de la energía. Termodinámica de la deformación. Ecuaciones constitutivas. El cuerpo rígido. El cuerpo linealmente elástico. El fluido perfecto y el fluido linealmente viscoso. Equilibrio estático. El problema de St-Venant. Estructuras hiperestáticas. Aplicaciones a la teoría de vigas. Pandeo. Dinámica de la partícula y del cuerpo rígido. El péndulo. El oscilador armónico. Movimiento plano. Movimiento general. Dinámica de los medios continuos. Soluciones especiales a problemas del movimiento del sólido linealmente elástico, del fluido perfecto y del fluido linealmente viscoso. Aplicaciones al flujo potencial. Vibración en vigas y barras elásticas.

**607209**

**Teoría del medio continuo**

Cuerpos y movimiento. Cinemática. Cambios de observador. Fuerzas. Ecuaciones constitutivas. Materiales simples. Restricciones internas. Movimientos homogéneos. El grupo de isotropía. Sólidos, materiales isotrópicos, fluidos, cristales. Flujo viscométrico. Materiales elásticos. Hipoelasticidad e hiperelasticidad. Memoria evanescente. Termodinámica de la deformación.

**616406**

**Fundamentos de la mecánica de fluidos**

Sinopsis histórica. Conceptos fundamentales.

Problemas axisimétricos. Teoremas de análisis límite y aplicaciones. Aplicaciones a problemas de estructuras, mecánica de suelos y formado de metales. Teorías de plasticidad para vigas, placas y cascarones. Diseño óptimo.

**612102 Seminario de Mecánica**

Se ofrece una serie de conferencias sobre investigaciones que se encuentran en desarrollo o que se han desarrollado dentro de los diferentes campos de la ingeniería relacionados con la mecánica.

**6141XY Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada**

Se ofrece la oportunidad de profundizar en ciertos temas de mecánica de sólidos, mecánica de fluidos y sistemas dinámicos a aquellos estudiantes que muestren particular interés en algún campo determinado. Se ofrecerán estudios en métodos estadísticos (con aplicaciones a problemas de ruptura), sistemas dinámicos con parámetros distribuidos, aplicaciones del método de elemento finito, métodos perturbatorios en mecánica de fluidos, turbulencia, fluídica, elasticidad no lineal y estabilidad dinámica de medios continuos.

Ecuaciones fundamentales. Métodos de análisis. Flujo potencial. Flujo viscoso. Flujo compresible. Flujo turbulento.

**607406 Temas avanzados de la mecánica de fluidos**

Profundización en uno o varios de los temas estudiados en fundamentos de la mecánica de fluidos.

**618309 Teoría de la viscoelasticidad**

Caracterización de los materiales viscoelásticos y fundamentación termodinámica de la ecuación constitutiva. Ecuaciones constitutivas hereditarias lineales. Ecuaciones constitutivas en forma integral y en forma diferencial. Teoría casi-elástica. Teoremas de representación integral. Unicidad. Propagación de ondas en medios viscoelásticos. Nociones de viscoelasticidad no lineal.

**608207 Métodos de la elasticidad lineal**

Representaciones diversas de las soluciones al problema elástico lineal. Funciones de esfuerzo y potenciales de desplazamiento. Funciones de Green. El método de la variable compleja. El método del hipercírculo. El método del elemento finito. Métodos variacionales.

**609309 Teoría de la plasticidad**

Antecedentes físicos. Fundamentación de la teoría. El material plástico ideal. Criterios de fluencia y relaciones esfuerzo-deformación para materiales perfectamente plásticos y con endurecimiento en la deformación. Materiales estables; teoremas de unicidad. Principios variacionales y extremales. Torsión plástica y flexión. Teoría de deformaciones planas y de flujo incipiente en metales y sólidos.

## Maestría en Ingeniería (Petrolera)

### Opciones: Física de yacimientos, Producción, Perforación

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 69.
- b. Prerrequisitos:  
Haber terminado íntegramente el ciclo profesional en alguna carrera de ingeniería o en un campo afín. En este último caso, el Jefe de la División aprobará la solicitud del candidato, indicándole las asignaturas adicionales que debe cursar.
- c. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0041 Matemáticas (tema 2)  
0093 Físicoquímica.  
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d. Asignaturas obligatorias:  
615306 Fenómenos de transporte  
616709 Matemáticas aplicadas I
- e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

---

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
0093	Físicoquímica	3	
600606	Análisis de rentabilidad de proyectos de ingeniería petrolera	3	0096*
600706	Control de procesos de manejo de hidrocarburos	3	
604206	Explotación avanzada	3	
604709	Físicoquímica y termodinámica de hidrocarburos	4.5	0093
615306	Fenómenos de transporte	3	
606406	Fracturamiento hidráulico	3	0041, 0093
606606	Perforación avanzada	3	0041, 0093
608306	Manejo de gas	3	0093

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
608406	Mecánica de yacimientos	3	
608506	Métodos de simulación	3	0096*
609206	Optimización de redes de recolección	3	
611106	Recuperación secundaria	3	608406
611906	Sistemas de producción	3	
6135XY	Temas especiales de Ingeniería Petrolera		

\* Puede cursarse simultáneamente.

#### f. Asignaturas recomendables para las diferentes opciones:

Para la opción de Perforación:

606606	Perforación avanzada
613506	Perforación avanzada II
613506	Fluidos de perforación
607908	Mecánica de rocas
606406	Fracturamiento hidráulico
613506	Registro geofísico de pozos

Para la opción Producción:

611906	Sistemas de producción
613506	Sistemas de producción II
609206	Optimización de redes de recolección
608306	Manejo de gas
613506	Flujo multifásico en tuberías
604206	Explotación avanzada
600706	Control de procesos de manejo de hidrocarburos

Para la opción de Física de Yacimientos:

604709	Fisicoquímica y termodinámica de hidrocarburos
604206	Explotación avanzada
611106	Recuperación secundaria
613506	Recuperación secundaria II
613506	Recuperación térmica
613506	Yacimientos de gas
613506	Flujo en medios porosos

#### g. Programas condensados:

<b>600606</b>	<b>Análisis de rentabilidad de proyectos de Ingeniería Petrolera</b>
---------------	--------------------------------------------------------------------------

Revisión de los conceptos de interés, ganancia, tasa de ganancia, porcentaje de ganancia, inversión inicial, periodo de cancelación y periodo de restitución. Costos. Análisis de riesgo e incertidumbre. Métodos de optimización. Análisis y evaluación de proyectos específicos; uso de modelos matemáticos.

**600706 Control de procesos de manejo de hidrocarburos**

Aplicaciones de ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace a los procesos de hidrocarburos. Sistemas de control que pueden ser descritos por ecuaciones diferenciales lineales de primer y de segundo orden. Sistemas en serie. Sistemas cerrados. Estabilidad de los sistemas de control. Control de flujo, presión y niveles de líquido en oleoductos, gasoductos, estaciones compresoras y estaciones de desemulsificación. Control por medio de computadoras. Sistemas de control no lineales.

**604206 Explotación avanzada**

Importancia del análisis de presiones. Teoría matemática del análisis de presiones. Pruebas de decremento y de incremento de presión. Influencia del daño y el almacenamiento de fluidos en el análisis de las pruebas de presión. Determinación de la presión promedio de un yacimiento. Pruebas de presión a gasto variable. Análisis de presiones por medio del método de curva tipo. Pruebas de presión múltiples (interferencia y pulsantes). Diseño de pruebas de presión. Métodos modernos de análisis de presiones. Pruebas de formación. Análisis de presiones en yacimientos heterogéneos. Aspectos prácticos del análisis de presiones.

**604709 Físicoquímica y termodinámica de hidrocarburos**

Conceptos termodinámicos básicos y su aplicación.

Comportamiento PVT de sistemas de componente puro. Comportamiento PVT de sistemas multicomponentes. Ecuaciones de estado y comportamiento de gases. Tipos de yacimientos y comportamiento característico de sus fluidos.

Muestreo de yacimientos de gas y condensado. Cálculos de separación *flash* y evaluación de constantes de equilibrio de fase en sistemas multicomponentes.

**615306 Fenómenos de transporte**

Dinámica de fluidos. Balances de masa, energía y momentum. Comportamiento de fluido. Mediciones de flujo. Flujo de fluidos incompresibles. Redes de distribución. Máquinas hidráulicas. Transferencia de calor. Conducción y convección. Transferencia de masa. Difusión. Transferencia de masa con flujo laminar y turbulento.

**606406 Fracturamiento hidráulico**

Teoría de fracturamiento hidráulico. Proyecto de estimulaciones por fracturamiento hidráulico. Fracturamiento por acidificación. Técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros básicos de diseño. Selección de materiales.

**606606 Perforación avanzada**

Química e hidráulica de los fluidos de perforación. Diseño de sartas de perforación. Relación peso-velocidad para maximizar la penetración. Planeación óptima de las operaciones de perforación.

**608306 Manejo de gas**

Comportamiento cualitativo de fases. Propiedades del gas natural y de los hidrocarburos volátiles. Conceptos básicos de termodinámica. Cálculos de

equilibrio entre líquido y vapor. Comportamiento de los sistemas agua-hidrocarburos. Hidratos. Pruebas de potencial en pozos de gas. Cálculos de flujo y compresión. Medición de flujo. Separación de gas y condensados. Acondicionamiento del gas.

**608406 Mecánica de yacimientos**

Introducción a la ingeniería de yacimientos. Propiedades de fluidos y de medios porosos. Clasificación y mecanismos de producción de los yacimientos. Flujo de fluidos a través de medios porosos. Simulación del comportamiento de yacimientos. Daño y estimulación de pozos. Análisis del comportamiento de la presión de pozos. Introducción a los métodos de recuperación secundaria. Aplicación de los métodos de ingeniería de yacimientos en la optimización de la exportación de yacimientos.

**608506 Métodos de simulación**

Reseña del análisis numérico con aplicaciones a problemas de la ingeniería petrolera. Interpolación. Integración. Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Simulación de flujo en medios porosos y en tuberías. Simulación de problemas de ingeniería petrolera. Método de diferencias finitas en ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Estabilidad. Convergencia. Análisis de error. Introducción al método de elemento finito. Aplicaciones.

**609206 Optimización de redes de recolección**

Conceptos fundamentales de la teoría de gráficas. Maximización del flujo en redes. Teorema del flujo máximo. Camino crítico. Diseño económico de la malla. Flujo en régimen permanente. Flujo en régimen variable. Optimización de los diámetros de tubería para minimizar costos de operación, inversión y compresión.

**611406      Recuperación secundaria**

Teoría de desplazamiento inmiscible (agua y gas). Eficiencia de barrido. Estratificación. Flujo cruzado. Inyectividad de pozos. Inestabilidad. Movilidad. Aspectos termodinámicos de la inyección de gas seco y licuado. Fundamentos del desplazamiento miscible. Diseño del proyecto. Métodos mejorados de recuperación secundaria.

**611906      Sistemas de producción (petrolera)**

Comportamiento de formaciones productivas. Pozos de flujo natural. Aplicación de curvas de gradiente. Flujo intermitente. Principios de levantamiento artificial por gas. Diseño de aparejos superficiales y subsuperficiales de bombeo neumático. Bombeo continuo. Bombeo intermitente. Inyección múltiple.

**6135XY      Temas especiales de petrolera**

*Flujo multifásico en tuberías*

Descripción del fenómeno del flujo simultáneo de aceite, gas y agua en tuberías verticales y horizontales. Comportamiento PVT de fluidos a condiciones de escurrimiento. Métodos para la determinación de perfiles de presión en tuberías verticales; calibración. Métodos para el cálculo de caídas de presión en tuberías horizontales. Flujo a través de estranguladores. Diseño de tuberías de producción y líneas de descarga.

*Ingeniería de yacimientos de gas*

Importancia de los yacimientos de gas. Ecuación de balance de materia para yacimientos de gas seco: ecuación general, yacimientos con presiones muy altas. Yacimientos de gas y condensado. Flujo de gas a través de medios porosos. Simulación numé-

rica de yacimientos de gas. Análisis de presiones en pozos de gas. Pruebas de potencial en pozos de gas. Cálculo de presiones y de gastos en problemas de flujo de gas en tuberías. Desarrollo óptimo de yacimientos de gas. Aspectos prácticos de la ingeniería de yacimientos de gas.

#### *Recuperación térmica*

Teoría de la inyección de fluidos calientes. Propiedades térmicas de los fluidos y de las rocas. Propiedades del agua y del vapor. Instalaciones superficiales, tratamiento de agua, generación de vapor, pérdidas de calor y caídas de presión en tuberías superficiales; terminación de pozos; inyección de vapor, cíclica y continua; inyección de agua caliente. Combustión *in situ*: combustión directa, combustión inversa, otras variantes. Recuperación de aceite pesado: lutitas aceitíferas, arenas bituminosas.

#### *Recuperación secundaria avanzada*

Teoría del desplazamiento miscible. Inyecciones de CO<sub>2</sub>. Mejoramiento de la recuperación de aceite mediante el control de la relación de movilidades. Inyección de soluciones de polímeros. Uso del sulfonatos y microemulsiones en procesos combinados. Desplazamiento de aceites pesados usando inyecciones de agua cáustica. Criterios para la selección de una área para la implantación de una prueba piloto en un yacimiento. Fundamento de recuperación térmica.

#### *Sistemas avanzados de producción*

Bombeo mecánico, diseño de aparejos. Análisis carga-desplazamiento. Bombeo electrocentrífugo, diseño de aparejos. Bombeo hidráulico, diseño de

aparejos. Análisis de cargas. Eficiencias de levantamiento artificial.

#### *Registros geofísicos de pozos*

Análisis de núcleos. Funcionamiento y aplicación de los principales tipos de sondas medidoras de resistividad, potencial natural, velocidad de transmisión del sonido, radioactividad natural e inducida, densidad, echado y temperatura de la formación. Integración de los parámetros medidos con los registros para la cuantificación de porosidad, saturación y permeabilidad en rocas carbonatadas y terrígenas. Análisis cualitativo de registros en la determinación de ambientes sedimentarios que permita delimitar, en tres dimensiones, la distribución, forma e interrelaciones de los cuerpos productores de petróleo.

#### *Sistemas de depósito*

Procesos sedimentarios e interrelaciones en sistemas dominados por sedimentos clásticos terrígenos, biogénicos (carbonatos), y evaporíticos (sal, yeso, etc.). Distribución, interrelaciones, y características sedimentarias de facies resultantes a escala macroscópica regional. Aplicación de los sistemas de depósito recientes, como modelos al estudio de depósitos antiguos. La distribución de recursos minerales en las facies componentes de los diferentes sistemas, así como las interrelaciones y distribución de tales sistemas en unidades de mayor rango, serán considerados en el análisis de cuencas sedimentarias.

#### *Geología avanzada del petróleo*

Origen, migración y acumulación del petróleo durante la sedimentación y compactación de sedimen-

tos. Interpretación e integración de información geofísica en el estudio del subsuelo. Tectónica de placas: origen y evolución de cuencas sedimentarias asociadas a los diferentes tipos de márgenes continentales; depósitos que llenan las cuencas, y desarrollo de estructuras tales como domos arcillosos y salinos.

## Especialización en recuperación secundaria y en yacimientos petroleros

Podrán inscribirse aquellas personas que posean el título de Ingeniero Petrolero.

a. Número de créditos requerido para obtener la especialización: 42.

b. Requisitos sin crédito académico:

RS1100 Matemáticas\* ó 0041 Matemáticas (Tema 2)  
RS2100 Fundamentos de métodos numéricos\*

c. Asignaturas obligatorias:

413707 Comportamiento de yacimientos petroleros  
413807 Procesos inmiscibles de recuperación de petróleo  
413907 Ingeniería de yacimientos de gas\*

d) Asignaturas regulares:

413707	Comportamiento de yacimientos petroleros	RS1 1 00, RS2 1 00
413807	Procesos inmiscibles de recuperación de petróleo	RS1 1 00, RS2 1 00
413907	Ingeniería de yacimientos de gas*	413707, 413807
404207	Procesos de recuperación mejorada*	413707, 413807
404307	Simulación numérica de yacimientos*	413907, 404207
404407	Análisis de proyectos de ingeniería* petrolera	RS1 1 00

\* Pendientes de asignación de clave.

Se pueden cursar otras asignaturas regulares ofrecidas por la DEPFI, en la Sección de Petrolera, previa autorización del Jefe de la Sección. Para optar al grado de Maestro en Ingeniería Petrolera, con autorización del jefe de la DEPFI, varias asignaturas de esta Especialidad pueden ser reconocidas equivalentes con algunas asignaturas del plan de estudios de la Maestría.

e) Programas condensados:

- RS1 I 00 Matemáticas**  
Derivadas, diferenciales, integrales, derivadas parciales. Fundamentos del cálculo vectorial. Integrales múltiples. Fundamentos de ecuaciones diferenciales. Aplicaciones.
- RS2 I 00 Fundamentos de métodos numéricos**  
Componentes y procedimientos en la utilización de la computadora. Lenguaje Fortran. Errores, aproximación e interpolación numérica. Integración y diferenciación numérica. Raíces de ecuaciones. Solución a sistemas de ecuaciones lineales, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.
- RS3 I 07 Comportamiento de yacimientos petroleros**  
Propiedades de los medios porosos y fluidos contenidos. Clasificación y mecanismos de producción de los yacimientos. Fundamentos del flujo de fluidos a través de medios porosos. Predicción del comportamiento de yacimientos. Daño y estimulación a la formación. Análisis del comportamiento de la presión en los pozos. Optimización de la explotación.
- RS4 I 07 Procesos inmiscibles de recuperación de petróleo**  
Conceptos fundamentales: permeabilidades; tensión superficial, interfacial, presión capilar, mojabilidad, movilidad. Tratamientos al agua de inyección. Desplazamiento frontal y eficiencias de barrido. Inyectividad. Desplazamiento inmiscible mediante inyección de gas. Técnicas de predicción. Discusión de casos reales.
- RS5 I 07 Ingeniería de yacimientos de gas**  
Ecuación del balance de materia en yacimientos de

gas seco y condensado. Flujo de gas en medios porosos. Simulación numérica. Análisis de presiones en pozos. Pruebas del potencial en pozos. Flujo de gas en tuberías. Optimización de la explotación. Discusión de casos reales.

**RS6 I 07      Procesos de recuperación mejorada**

Descripción y análisis de los diferentes procesos de recuperación mejorada. Aditivos al agua de inyección. Procesos térmicos. Procesos inmiscibles. Desplazamiento con CO<sub>2</sub>. Procesos miscibles. Simulación de los procesos de recuperación mejorada.

**RS7 I 07      Simulación numérica de yacimientos**

Series de Taylor. Ecuaciones fundamentales del flujo de fluidos en medios porosos, soluciones por diferencias finitas. Estabilidad, convergencia y error de una solución. Soluciones progresivas y regresivas. Técnicas especiales: relajación sucesiva, relajación lineal sucesiva, dirección alternante implícita y explícita, procedimiento fuertemente implícito. Aplicaciones a procesos de desplazamiento inmiscibles, miscibles y térmicos de recuperación de aceite.

**RS8 I 07      Análisis de proyectos de ingeniería petrolera**

Costos asociados a una decisión económica. Comportamiento financiero de un proyecto de inversión. Tasa de recuperación. Criterios de evaluación de proyectos: ganancias, periodos de cancelación y restitución, aceleración de proyectos y ganancias adicionales. Riesgos e incertidumbre. Costos y depreciación. Análisis probabilístico de la programación de inversiones. Optimización económica con restricciones de orden técnico. Proyectos de corta y larga duración. Proyectos de ingeniería petrolera.

## Maestría en Ingeniería (Planeación)

### Opciones: Urbana, Regional, Corporativa, del Transporte

- a. Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 69.
- b. Prerrequisitos:  
0041 Matemáticas (tema 1)
- c. Requisitos sin crédito académico:  
0001 Redacción técnica  
0043 Probabilidad y estadística\*\*  
0071 Economía\*\*  
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas\*\*  
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d. Asignaturas obligatorias:  
614906 Evaluación de proyectos  
616709 Matemáticas aplicadas I ó 614509 Algebra lineal  
617106 Probabilidad  
617506 Teoría y técnicas de optimización I  
617406 Desarrollo económico I
- e. Asignaturas regulares del plan de estudios:

Clave	Nombre de la asignatura	Hs./Sem. Teor. Lab.	Antecedentes
0071	Economía	3	
614906	Evaluación de proyectos	3	0071, 617506, 617406*
604106	Econometría	3	0071, 605406, 0096, 615006 617406
605406	Análisis económico	3	617506, 0071
608606	Modelos de sistemas urbanos	3	0096, 617506, 617406
610406	Planeación y sistemas sociales	3	0041, 0043, 0071

\* Puede cursarse simultáneamente.

\*\* Deberá aprobarse a más tardar el primer semestre de la maestría.

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>	<i>Antecedentes</i>
611006	Teoría de redes	3	0041, 616709, 617506
617406	Desarrollo económico I	3	0041, 0071
613006	Desarrollo económico II	3	604106
6131XY	Temas especiales de planeación		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

f. Programas condensados:

**614906 Evaluación de proyectos**

Se presentan en forma teórica y práctica los conceptos y herramientas empleados en el análisis de la viabilidad socioeconómica de los proyectos de ingeniería. Análisis de sistemas, objetivos, generación de alternativas, costos, relaciones beneficio-costos y otros criterios de evaluación.

**604106 Econometría**

Se presentan en forma teórica y práctica los conceptos y herramientas empleados para estudio y análisis de la información estadística. Concepto de modelo, modelo de regresión múltiple, errores, autocorrelación, multicolinealidad, heterocedasticidad, variables desfasadas, variables auxiliares, modelos multiecuacionales. Modelos econométricos.

**605406 Análisis económico**

Se integra la utilización de técnicas de investigación al análisis económico de los procesos productivos y al estudio de las relaciones económicas interindustriales. Fundamentos, economía industrial, teoría económica de la producción, economía interindustrial. Modelos de análisis.

**608606 Modelos de sistemas urbanos**

Estudio de las actividades económicas y sociales que integran un sistema urbano, y diagnóstico y análisis de los problemas causados por la complejidad de las interrelaciones de actividades de tipo económico, político, social de transporte y servicios. Uso del suelo y transporte, problemas metodológicos y técnicos, problemas de organización, sistemas interactivos, gobierno urbano.

**610406 Planeación y sistemas sociales**

Estudio y análisis de los efectos que el cambio debido a la introducción de innovaciones produce en los sistemas sociales. Conceptos, sociología y teoría de sistemas, fases del cambio planificado, difusión de innovaciones y método de investigación.

**611006 Teoría de redes**

Se estudian las propiedades y aplicaciones de las redes para encontrar las mejores soluciones a problemas de asignación de recursos. Conceptos, matrices, trayectorias óptimas, redes, sensibilidad, juegos árboles arborescencias.

**617406 Desarrollo económico I**

Se presentan los aspectos históricos y factores que determinan el desarrollo económico y se estudian los principales instrumentos de análisis. Conceptos, características y medición del desarrollo, aspectos históricos, factores de desarrollo, contabilidad nacional, insumo-producto fuentes y usos de fondos, balanza de pagos, cuentas monetarias y metodología estadística.

**613006      Desarrollo económico II**

Se estudian y discuten los alcances y limitaciones, los modelos de crecimiento y desarrollo económico. Teorías y modelos en economía, modelos de crecimiento económico, modelos de desarrollo económico, modelos de formación de capital, problemas de la estrategia en la asignación de recursos. El enfoque de la CEPAL.

## Especialización en Construcción

Opciones: Construcción urbana, Construcción pesada.

Podrán inscribirse a esta especialización los ingenieros o arquitectos titulados de la UNAM, o los que posean grado equivalente otorgado por alguna institución nacional o extranjera.

a. Número de créditos requerido para obtener la especialización: 45.

b. Asignaturas obligatorias:

411705 Análisis económico de proyectos de ingeniería

411805 Equipo de construcción

Un mínimo de 15 créditos deben corresponder a materias de la tabla 1, un mínimo de 15 a materias de la tabla 2, y el resto se puede obtener cursando cualesquiera de las materias regulares del plan de estudios, o que se impartan en otras Secciones de la División.

c. Asignaturas regulares del plan de estudios:

TABLA 1

*Area de planeación y administración*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem.</i>
400105	Administración de la construcción	2.5
400204	Administración por proyectos	2
411705	Análisis económico de proyectos de ingeniería	2.5
400504	Aspectos legales de la industria de la construcción	2
605706	Ingeniería de sistemas*	3
400306	Ingeniería de costos de construcción	3
400704	La comunicación en los sistemas administrativos	2
403605	Planeación y evaluación de proyectos de edificación	2.5
403505	Planeación y organización de empresas constructoras	2.5
413206	Programación y control de obras	3
4039XY	Temas especiales de planeación y administración de empresas constructoras	

\* Esta asignatura tiene como antecedente la 0043 Probabilidad y estadística, que no tiene crédito académico.

TÁBLA 2

*Area de técnicas constructivas*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. teóricas</i>
400804	Construcción de estructuras especiales y de cascarón	2
401806	Excavaciones y terracerías	3
402804	Mamosterías y acabados	2
403405	Prefabricación y preesfuerzo de estructuras de concreto	2.5
403305	Procedimientos de construcción de estructuras de acero	2.5
403205	Procedimientos de construcción de estructuras de concreto	2.5
403105	Proyecto y construcción de cimentaciones profundas	2.5
402904	Proyecto y construcción de cimentaciones superficiales	2
403005	Proyecto y construcción de pavimentos	2.5
401706	Tecnología del concreto	3
4038XY	Temas especiales de construcción urbana	
401005	Construcción de túneles	2.5
401305	Diseño y construcción de obras marítimas	2.5
411805	Equipo de construcción	2.5
404005	Voladura de rocas	2.5
400906	Construcción de puentes	3

TABLA 3

*Area de proyectos e instalaciones*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs./Sem. Teóricas</i>
400406	Análisis plástico de estructuras	3
401606	Dimensionamiento de estructuras de acero	3
401506	Dimensionamiento de estructuras de concreto reforzado	3
401404	Dimensionamiento de estructuras de madera	2
401206	Diseño antisísmico de estructuras	3
402505	Instalaciones eléctricas de elevadores y aire acondicionado	2.5
402405	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas	2.5
402304	Instalaciones para hospitales	2
617206	Teoría general de las estructuras I	3
4037XY	Temas especiales de proyectos e instalaciones	
402005	Geología aplicada a la construcción pesada	2.5
402105	Geotecnia aplicada a la construcción	2.5
402205	Hidráulica aplicada a la construcción	2.5
402705	Inyección de suelos y rocas y control de filtraciones	2.5
401104	Control estadístico de calidad y diseño de especificaciones	2

**TEMARIOS DE CURSOS INTRODUCTORIOS**  
(PRERREQUISITOS Y REQUISITOS SIN CREDITO  
ACADEMICO)

**0001 Redacción técnica**

Acentuación. Puntuación. Reglas ortográficas. Uso adecuado de las preposiciones. Verbos irregulares. Observaciones sobre el gerundio de los verbos. Los adverbios, su empleo. Orden lógico gramatical de los elementos de las oraciones. El hipérbaton. Sinonimia. Significado de las palabras. Vicios del lenguaje. Barbarismos frecuentes. Voces y expresiones incorrectas; sus equivalentes castizos. Estructura de un informe técnico. Sus diferentes partes. Otros escritos: currículos, cartas, memorandos. Ejercicios de redacción. Observaciones acerca de los aciertos y errores. Trabajos de crítica. Corrección de artículos e informes. Análisis tendientes a evitar ambigüedad, vaguedad y contradicciones.

***Bibliografía***

Rafael Seco, *Manual de Gramática Española*, Editorial M. Aguilar, Madrid.

Agustín Mateos, *Ejercicios ortográficos (teoría y práctica de la ortografía)*, Editorial Esfinge, México.

## 0011 Estática y resistencia de materiales

### 1. *Estática*

Algebra vectorial. Sistemas de fuerzas en el plano y en el espacio. Ecuaciones de equilibrio. Principio del trabajo virtual.

### 2. *Introducción a la mecánica estructural*

Análisis de armaduras isostáticas. Definiciones de momento flexionante, fuerza cortante, fuerza normal, momento torsionante. Trazo de diagramas de elementos mecánicos en vigas, marcos y arcos isostáticos. Relaciones entre cargas, fuerzas cortantes y momentos flexionantes. Cables flexibles. Momentos principales de inercia de áreas y volúmenes (círculo de Mohr).

### 3. *Resistencia de materiales*

Esfuerzos ocasionados por los diferentes elementos mecánicos y formas de evaluarlos; fórmulas de la esquadria, del cortante por flexión, del cortante por torsión (fórmula de Navier para secciones transversales circulares, teoría de St-Venant y analogía de la membrana para otras secciones). Deformaciones de vigas isostáticas; ecuación de la elástica, teoremas de Mohr; viga conjugada, principio del trabajo virtual. Piezas cargadas axialmente; pandeo elástico e inelástico. Piezas flexocomprimidas. Aplicación del círculo de Mohr al cálculo de esfuerzos principales en estados planos.

### 4. *Estructuras hiperestáticas*

Estructuras isostáticas e hiperestáticas. Grado de hiperestaticidad. Aplicación del principio de superposición al análisis de vigas hiperestáticas. Rigidez y factor de transporte lineal y angular. Aplicación del

método de Cross al análisis de vigas continuas y marcos hiperestáticos sencillos. Introducción a la teoría de las líneas de influencia. Principio Müller-Breslau.

### **Bibliografía**

Popov, E., *Introduction to Solid Mechanics*, Prentice Hall (1971).

Brand L., *Mecánica vectorial*, John Wiley and Sons (1930).

Shames, H., *Engineering Mechanics, Statics*, Prentice Hall (1959).

Timoshenko, S., *Resistencia de materiales*, Tomos I y II, D. Van Nostrand Co., Inc. (1956).

## 0012 Elementos de dinámica

### 1. *Principios generales de dinámica*

Leyes del movimiento. Ejes de referencia. Unidades fundamentales y derivadas. Dimensiones y homogeneidad. Definiciones de sistemas de partículas y sistemas de fuerzas. Sistemas de vectores y cálculo vectorial.

### 2. *Cinemática*

Desplazamiento, velocidad y aceleración de la partícula. Velocidad angular. Movimiento relativo. Teorema de Coriolis. Sistemas de partículas y su movimiento.

### 3. *Dinámica de la partícula*

Integración de la ecuación del movimiento para problemas particulares. Ecuación de impulso y momento cinético. Trabajo y energía. Potencial y energía potencial. Campos conservativos. Energía potencial y equilibrios. Teorema de Torricelli-Dirichlet. Las constantes del movimiento. Teóremas de conservación. Partícula vinculada. Su equilibrio. Principio de D'Alembert.

### 4. *Aplicaciones de dinámica de la partícula*

Movimiento de un cuerpo que cae en un medio resistente. Movimiento de un proyectil puntual. Movimiento en campo de fuerza central. Vibraciones de un sistema con un grado de libertad. Péndulo ideal y péndulo físico. Movimiento relativo. Movimiento sobre la tierra móvil. Péndulo de Foucault.

5. *Principios de dinámica de sistemas de partículas*

Cinemática y movimiento de un sistema de partículas. Movimiento del centro de masa. Energía cinética total de un sistema de partículas. Momento cinético. Teorema de la derivada del momento cinético. Movimiento relativo. Vibraciones libres no amortiguadas de sistemas de varios grados de libertad.

6. *Dinámica de cuerpos rígidos*

Cinemática del cuerpo rígido. Momentos y productos de inercia. Momento angular de un cuerpo rígido. Traslación y rotación de coordenadas. Teorema de König. Ejes principales. Ecuaciones generales del movimiento de un cuerpo rígido. Movimientos especiales. Rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo. Movimiento plano de un cuerpo rígido. Péndulo compuesto. Oscilaciones libres y amortiguadas. Rotación alrededor de un punto fijo. Ecuaciones de Euler.

7. *Nociones de coordenadas generalizadas y ecuaciones de Lagrange*

Coordenadas generalizadas. Grados de libertad. Vínculos de un sistema. Clases de vínculos. Ejemplos. Desplazamientos virtuales y trabajos virtuales. Principio y ecuación de D'Alembert.

*Bibliografía*

Meriam J. L., *Dynamics* (Second edition, SI-versión), John Wiley & Sons. Inc. (1975).  
Housner, G., y Hudson, D., *Applied Mechanics-Dynamics*, segunda edición, D. Van Nostrand Co.

## 0013 Termodinámica

### 1. *Energía y la primera ley*

- 1.1 Sistemas.
- 1.2 Energía.
- 1.3 Conservación de la energía.
- 1.4 Transferencia de energía en forma de trabajo, evaluación.
- 1.5 Transferencia de energía en forma de calor.
- 1.6 Primera ley para sistemas cerrados.

### 2. *Propiedades y estado*

- 2.1 Conceptos de propiedades y estado.
- 2.2 Equilibrio y el estado termodinámico.
- 2.3 Temperatura.
- 2.4 Estado intensivo y extensivo.
- 2.5 Variaciones independientes del estado termodinámico.
- 2.6 El postulado de estado.

### 3. *Estados de sustancias simples*

- 3.1 La sustancia simple.
- 3.2 Ecuaciones de estado.
- 3.3 La naturaleza general de una sustancia simple compresible.
- 3.4 Empleo de las ecuaciones de estado, gráficas y tabulares.
- 3.5 El gas perfecto.
- 3.6 La sustancia simple magnética.

### 4. *Análisis energético de sistemas termodinámicos*

- 4.1 Metodología general.
- 4.2 Análisis de sistemas cerrados.
- 4.3 Transformación del volumen de control.

4.4 Análisis de sistemas abiertos.

5. *Entropía y la segunda ley*

- 5.1 Esencia de la segunda ley.
- 5.2 Estados cuánticos permitidos.
- 5.3 Probabilidades de estado cuántico.
- 5.4 Definición estadística de la entropía (enfoque microscópico).
- 5.5 Equilibrio.

6. *Consecuencias de la segunda ley*

- 6.1 Entropía como función de estado (enfoque macroscópico).
- 6.2 Definición termodinámica de temperatura.
- 6.3 Definición termodinámica de presión.
- 6.4 Evaluación macroscópica de la entropía.
- 6.5 Procesos reversibles e irreversibles.
- 6.6 Equivalencia de la presión mecánica y la presión termodinámica.
- 6.7 Equivalencia de la temperatura empírica y la temperatura termodinámica.
- 6.8 La segunda ley aplicada a sistemas de conversión de energía (el ciclo de Carnot).
- 6.9 La segunda ley para sistemas abiertos.
- 6.10 Resumen de la primera y la segunda ley.

7. *La termodinámica de estado*

- 7.1 La ecuación de Gibbs.
- 7.2 La ecuación de estado para un gas perfecto.
- 7.3 Otras ecuaciones PVT para gases.
- 7.4 Ecuación algebraica de estado para un líquido incompresible.
- 7.5 Ecuaciones diferenciales de estado.
- 7.6 Relaciones de Maxwell.
- 7.7 Termodinámica de la sustancia simple magnética.

7.8 Ecuación algebraica de estado para una sustancia de Curie.

8. *Termodinámica de mezclas no reactivas*

8.1 Mezclas de sustancias independientes.

8.2 Mezclas de gases perfectos.

8.3 Aplicaciones a mezclas aire-agua.

8.4 Acondicionamiento de aire.

*Bibliografía*

1. Reynolds, W. y Perkins H., *Engineering Thermodynamics*, McGraw Hill Book Co., New York (1970).
2. Van Wylen, C. y Sonntag R., *Fundamentals of Classical Thermodynamics*, John Wiley and Sons. Inc., New York (1972).
3. Kestin, J., *A Course in Thermodynamics*, Blaisdell, Publishing Co., Waltham, Mass. (1966).

## 0014 Fundamentos de mecánica

### 1. *Sistemas de unidades*

### 2. *Estática*

Conceptos fundamentales. Ecuaciones de equilibrio. Estática gráfica. Propiedades de áreas.

### 3. *Conceptos de esfuerzo y deformación*

Esfuerzo, deformación unitaria. Gráficas esfuerzo-deformación. Tensores de esfuerzo y de deformación. Esfuerzos y deformaciones principales. El plano de Mohr. Concepto de ley constitutiva. Obtención experimental de las constantes elásticas. Aplicaciones a la mecánica de suelos.

### 4. *Teoría de vigas*

Cargas en vigas, elementos mecánicos y sus relaciones. Trazo de diagramas de elementos mecánicos en vigas. Carga axial. Cortante. Flexión. Torsión. Flexocompresión. Elástica de la viga. Integración de la ecuación de la elástica, directa, viga conjugada. Método de Newmark.

### 5. *Cinemática de la partícula*

Descripción del movimiento. Movimiento rectilíneo. Movimiento angular. Movimiento en el plano. Movimiento relativo en el plano.

### 6. *Cinética de la partícula*

Ecuación de movimiento. Trabajo y energía. Impulso y cantidad de movimiento.

### 7. *Vibración de sistemas elementales*

Oscilador simple, vibración libre y vibración forzada. Oscilador amortiguado, vibración libre y vibración forzada. Integral de Duhamel. Concepto de espectro de respuesta. Sistemas discretos de varios grados de libertad.

8. *Fricción*

Definiciones. Coeficiente de fricción. Leyes de fricción.

9. *Fenómenos de superficie*

Coeficiente de tensión superficial. Angulo de contacto. Ascenso capilar en un tubo.

10. *Fundamentos de métodos experimentales*

Conceptos básicos. Definición de términos. Aparatos de medición. Análisis de datos experimentales.

BIBLIOGRAFIA

1. Popov, E., *Introduction to solid Mechanics*, Prentice Hall (1971)
2. Shames, H., *Engineering Mechanics, Statics and Dynamics*, Prentice Hall (1958)
3. Meriam, J.L., *Dynamics* (Second edition SI-Version) John Wiley & Sons, Inc. (1975)
4. Sears, F.W., *Mecánica, calor y sonido*. Aguilar (1959)
5. Doebelin, E.O., *Measurements Systems: Application and design*. McGraw-Hill Book Company (1966).

1. *Principios básicos*

La tierra en el sistema solar. Evolución pregeológica de la tierra. Origen de la atmósfera y la hidrósfera. Edad de la tierra. Origen de la tierra. Algunas características básicas de la tierra. El interior de la tierra. Evaluación de los contaminantes y fondos oceánicos.

2. *Elementos de mineralogía y petrografía*

Elementos de mineralogía. Elementos de petrografía. Propiedades físicas de las rocas.

3. *Alteración de las rocas*

Intemperismo o meteorización. Suelos.

4. *Materiales de construcción*

Ladrillos. Piedras de construcción. Cal y yeso. Cemento. Arena. Piedra triturada.

5. *Estructuras geológicas*

Estructuras ígneas. Plegamiento de rocas. Fracturamiento de rocas. Fallas.

6. *Modelado de la corteza terrestre*

Ríos. Acción geológica del viento. Erosión marina.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Bolívar del Valle, J.M., *Geología* (Curso Introductorio), DEPI (1978).

## 0031 Hidráulica

### 1. *Propiedades de los fluidos*

Presión, fuerza cortante. Densidad, peso específico. Viscosidad, compresibilidad.

### 2. *Hidrostática*

Ecuación fundamental. Empuje sobre superficies planas y curvas.

### 3. *Cinemática*

Clasificación de los flujos. Línea de corriente, tubo de flujo.

### 4. *Método de análisis y ecuaciones fundamentales*

Métodos de análisis. Ecuación de continuidad. Ecuación de la energía. Ecuación de la cantidad de movimiento. Aplicaciones.

### 5. *Similitud*

Aspectos generales. Leyes de similitud.

### 6. *Obras de control*

Orificios. Compuertas. Vertedores.

### 7. *Resistencia al flujo en tubos*

Aspectos generales. Fórmula de Darcy-Wisbach. Flujo en tubos comerciales. Diagrama de Moody. Pérdidas locales.

### 8. *Sistemas de tubos*

Conducto sencillo. Redes abiertas.

***Bibliografía***

Sotelo, G., *Hidráulica* (primera y segunda partes)  
informes D12, Instituto de Ingeniería, UNAM (1971)

## 0041 Matemáticas

Este curso consta de 2 temas, de los cuales se requiere aprobar uno de ellos de acuerdo con la Maestría a la cual se solicita ingreso, según la siguiente relación:

**TEMA 1.** Maestrías en Control, Electrónica, Estructuras, Investigación de Operaciones, Mecánica\*, Mecánica Teórica y Aplicada, Mecánica de Suelos y Planeación.

**TEMA 2.** Maestrías en Eléctrica, Hidráulica, Petrolera y Ambiental.

### TEMA 1.

1. Conjuntos. Notación y ejemplos. Relaciones en conjuntos y operaciones. Producto cartesiano.
2. Números reales e imaginarios. Números naturales, enteros, racionales, irracionales y reales. Números complejos. Campos.
3. Conjuntos métricos. Definición y ejemplos. Conceptos topológicos y funciones.
4. Límites y continuidad. Definiciones y ejemplos. Formas indeterminadas y teoremas. Clasificación de discontinuidades.
5. Sucesiones y sumas finitas. Definición y ejemplos. Límites y teoremas. Axioma de completitud.
6. Series infinitas e integral de Riemann. Definiciones y ejemplos. Criterios de convergencia y teoremas. Convergencia uniforme. Integral definida y teoremas. Integral indefinida. Primero y segundo teoremas fundamentales de cálculo. Derivación bajo el signo integral.

\* Para la opción en Termociencias, se debe aprobar el TEMA 2.

7. Desarrollos en series e integrales. Series de Taylor y de McLaurin. Desarrollo de funciones de varias variables en series de potencias. Criterios de convergencia y teoremas.
8. Jacobianos e integrales múltiples. Determinante jacobiano. Conceptos geométricos. Integrales múltiples.
9. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Definición, clasificación y ejemplos. Soluciones. Problemas de valores iniciales. Teoremas de existencia y unicidad.
10. Matrices. Definición y ejemplos. Rango y operaciones elementales. Sistemas lineales.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Delgado, A., *Apuntes de matemáticas*, División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería, UNAM (1975)
2. Protter, M. y Morrey y Ch., *Modern Mathematical Analysis*, Addison-Wesley, Massachusetts (1967).
3. Apostol, T., *Calculus*, Vol. 1, 2a. Edición, Ginn and Blaisdell (1969).
4. Kuratowski, K. *Introducción al Cálculo*, Limusa-Wiley (1975).

#### TEMA 2.

1. Diferenciación parcial. Funciones de varias variables, derivadas parciales, derivadas totales, diferenciación de funciones implícitas, máximos y mínimos.
2. Algebra vectorial. Operaciones básicas con vectores, representación geométrica, paralelismo, ortogonalidad, producto escalar, producto vectorial, producto mixto y producto vectorial triple.

3. Cálculo vectorial. Diferenciales y derivadas de vectores, campos escalares y vectoriales, gradiente, derivada direccional, divergencia, rotacional y operador de Laplace.
4. Integrales de línea y superficie. Integrales de línea, integrales dobles, transformación de integrales dobles, jacobianos, teorema de Green en el plano, superficies, momentos, integrales triples, teorema de Gauss, teorema de Stokes.
5. Álgebra lineal. Determinantes, matrices, operaciones con matrices, matrices adjuntas e inversas, rango y equivalencia de matrices, sistemas de ecuaciones lineales.
6. Sucesiones y series. Límite y convergencia de sucesiones, sucesiones monótonas, puntos límite de una sucesión, sucesiones de funciones, series, pruebas de convergencia o divergencia de series, series de funciones, integración y diferenciación de series, series de Taylor y series de potencias.
7. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales exactas, factores integrantes, ecuaciones con variables separables y ecuaciones que se reducen a esta forma, ecuación de Bernoulli y Riccati, ecuación de 2o. orden homogénea con coeficientes, ecuación de 2o. orden no homogénea.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Delgado, A. *Apuntes de matemáticas*, División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería, UNAM (1975)
2. Kuratowski, K., *Introducción al cálculo*, Editorial Limusa, México (1975).

3. Ross, L., *Introduction to Ordinary Differential Equations*, John Wiley (1974).
4. Haaser, N. et a., *Análisis matemático*, Vol. II, Editorial Trillas (1971).
5. Kreyszig, E., *Advanced Engineering Mathematics*, John Wiley and Sons, Inc. (1972).
6. Lang, S., *Algebra lineal*, Editorial Fondo Educativo Interamericano, S.A. (1975).

**1. INTRODUCCION**

Probabilidad. Estadística descriptiva e inferencia estadística.

**2. PROBABILIDAD**

**2.1. Eventos:** Teoría de conjuntos. Elementos de análisis combinatorio. Espacio de eventos. Probabilidad condicional. Independencia. Teorema de Bayes.

**2.2 Variables aleatorias** continuas y discretas. Densidad de probabilidades. Función de distribución. Momentos y esperanzas. Función de densidad y funciones de distribución conjuntas y marginales. Distribuciones de probabilidades teóricas obtenidas a partir de la interpretación clásica de probabilidades: distribuciones punto binomial (experimento de Bernoulli) y binomial. Distribuciones de Poisson, normal, logarítmico normal, etc. Aplicaciones.

**3. Estadística descriptiva e inferencial**

Tablas de frecuencias. Histogramas. Polígonos de frecuencias. Medidas de tendencia central y de dispersión. Fractiles. Aplanamiento, curtosis y asimetría. Distribución conjunta de frecuencias. Regresión y correlación lineal. Series de tiempo. Números índice. Estimación puntual y por intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis.

## BIBLIOGRAFIA

- Rascón, O., y Villarreal, A., *Introducción a probabilidades y estadística*, Informe DI, Instituto de Ingeniería, UNAM (1972).
- Rascón, O., *Introducción a la estadística descriptiva*, Vols. I y II, Texto programado, UNAM (1970 y 1977).
- Rascón, O., *Introducción a la teoría de probabilidades*, Texto programado, UNAM (2a. ed., 1976).
- Lipschutz, S., *Theory and Problems of Probability*, Schaum's Series, McGraw-Hill Book Co.
- Spiegel, M., *Statistics*, Schaum's Series, McGraw-Hill Book Co.
- Moreno Bonett, A., y Jauffred, F., *Elementos de probabilidad y estadística*, Representaciones y Servicios de Ingeniería (1969).
- Papoulis, A., *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, McGraw-Hill Book Co. (1965).

Teoremas y leyes básicas de teoría de circuitos. Métodos de análisis. El amplificador ideal. El diodo ideal. Elementos de la física de semiconductores. La Juntura P-N en reversa. El transistor de efecto de campo. Polarización del FET. Modelo de señal pequeña del FET. La juntura P-N en directa. El transistor bipolar de juntura. Polarización del TBJ. Modelo de señal pequeña del TBJ. Configuraciones básicas, el amplificador diferencial. Respuesta de frecuencia. Estabilidad y retroalimentación. Circuitos electrónicos no lineales. Osciladores. Amplificadores de potencia. Circuitos biestables, monoestables y estables. Compuertas lógicas.

#### BIBLIOGRAFIA

Angelo, E., *Electronics: BJT's and Microcircuits*, McGraw-Hill (1969).

Conceptos y aplicaciones de química orgánica y biológica en ingeniería ambiental. Conceptos de ácido, base y sal. Compuestos alifáticos. Aldehidos, cetonas, ácidos, alcoholes y éteres. Ácidos orgánicos, éteres, amidas y aminas. Compuestos aromáticos. Derivados del benceno. Compuestos cíclicos. Propiedades y características de los polímeros. Química y metabolismo de los principales componentes moleculares en seres vivos. Carbohidratos, proteínas y su función biológica. Lípidos y lípido-proteínas. Nucleótidos y ácidos nucleicos. Vitaminas y hormonas. Química del adenosín-trifosfato.

#### BIBLIOGRAFIA

Chen, P.S. *Chemistry; Inorganic, Organic and Biological*, Barnes & Noble, Nueva York, 1968.

Packer, J. y J. Vaughan. *A modern Approach to Organic Chemistry*, Clarendon Press, 1968.

Morrison, R.T. y R.N. Boyd. *Organic Chemistry*, Allyn & Bacon, Inc. Boston, 1971.

Lehninger, A.L. *Biochemistry*, Worth Publishers Nueva York, 1970.

**1. Microeconomía**

Introducción y teoría de la utilidad. Teoría del comportamiento del consumidor. Demanda del mercado. Producción. Costos. Teoría de la empresa y teoría del precio. Teoría de la distribución. Teoría del empleo. Teoría del equilibrio y teoría del bienestar social.

**2. Toma de decisiones con instrumentos deterministas**

Introducción. Conceptos de equivalencia y método de los costos anuales. Método del valor presente y método de la tasa de retorno. Costo del capital. Efectos del financiamiento y efectos de la depreciación. Alternativas múltiples. Riesgo e incertidumbre. Concepto de costos incrementales. Efectos de los impuestos. Retiro y reemplazo. Proyectos gubernamentales.

**3. Contabilidad**

Conceptos básicos. Cuentas de ingreso y gastos. Sistemas contables. Objetivos y métodos de la contabilidad de costos. Costos de material. Costos de la mano de obra. Gastos indirectos. Costos estándar. Costos directos. Control de presupuestos. Alcances y limitaciones de la contabilidad.

**4. Macroeconomía**

Introducción y contabilidad nacional. Consumo. Inversión y capital. Importación, exportación y nivel de ingreso. Actividades fiscales. Dinero y demanda del efectivo. Tasa de interés. Demanda y oferta agregadas. Equilibrio macroeconómico. Desarrollo económico. Fluctuaciones del ingreso, inflación y desempleo. Estabilización. Distribución del ingreso y políticas macroeconómicas. Macroeconomía clásica.

## BIBLIOGRAFIA

- Baumol, W., *Economic Theory and Operational Analysis*. Ed. Prentice-Hall (1965).
- Ferguson, C., *Microeconomic Theory*, Richard D. Irwin, Inc. (1969).
- Grant, E., and Bell, L., *Basic Accounting and Cost Accounting*, McGraw-Hill Book Co. (1964).
- Grant, E., y Grant, W., *Principles of Engineering Economy*, McGraw-Hill Book Co. (1964).
- Lindauer, J., *Macroeconomics*, John Wiley and Sons Inc.
- Lloyd, C., *Microeconomic Analysis*, Irwin (1967).
- Sirkin, G., *Introducción a la Teoría Macroeconómica*, F.C.E.

**0081 Ingeniería de control**

Introducción. Ejemplos. Terminología. Servomecanismos reguladores. Sistemas lineales. Ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace. Estabilidad. Criterio de Routh. Funciones de transferencia. Respuesta en frecuencia. Diagramas de bloque y reogramas. Respuesta en el tiempo. Coeficientes de error. Gráficas de Bode y Nichols. Criterio de Nyquist. Lugar geométrico de las raíces. Respuesta en el dominio de las frecuencias.

**BIBLIOGRAFIA**

Elger, F., *Control System Theory*, McGraw-Hill Book Co.

Truxall, C., *Introductory System Theory*, McGraw-Hill Book Co.

Di Stéfano, A., Stubberad, F., Williams, N. *Feedback and Control Systems*, Scrum's Series.

0093 Físicoquímica

1. *Comportamiento de gases*

Gas ideal y leyes que rigen su comportamiento. Gas real y ecuaciones de estado. Factor de compresibilidad. Mezclas de gases. Densidad y viscosidad. Correlaciones para mezclas de gases hidrocarburos.

2. *Comportamiento de líquidos*

Relaciones PVT. Presión de vapor, medición y efecto de la temperatura. Viscosidad. Punto de ebullición, efecto de la presión. Mojabilidad, capilaridad, tensión superficial y tensión interfacial. Correlaciones para hidrocarburos líquidos.

3. *Conceptos básicos de termodinámica*

Calor, trabajo y leyes de la termodinámica. Funciones termodinámicas, relaciones de Maxwell y capacidades caloríficas. Entalpía, entropía y utilidad de las ecuaciones de estado.

4. *Comportamiento cualitativo de fase*

Diagramas de fase para sustancias puras y mezclas binarias. Mezclas multicomponentes y clasificación de yacimientos.

5. *Comportamiento cuantitativo de fase*

Soluciones ideales, ley de Raoult y ley de Henry. Soluciones no-reales y constantes de equilibrio. Propiedades coligativas de las soluciones y aplicaciones. Presión de convergencia en sistemas de hidrocarburos y aplicaciones.

## 6. Factores de volumen

Factor de volumen de gas y solubilidad del gas. Factores de volumen del aceite y de la fase mixta. Métodos para determinarlos. Correlaciones.

### BIBLIOGRAFIA

- Reid, R. T., y Sherwood, T., *Propiedades de los gases y líquidos*. UTEHA, México (1968).
- Standing, M., *Volumetric and Phase Behaviour of Oil Field Hydrocarbon Systems*, Reinhold Publishing Corporation, Nueva York (1952).

**0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas**

1. Historia de la computación digital. Pasos a seguir en la solución de un problema. Diagramas de flujo. Representación gráfica de un proceso.
2. Pruebas de escritorio y su importancia. Forma de trabajo de una computadora digital. Medios físicos de almacenamiento. Unidades de entrada-salida. Velocidades típicas. Equipo periférico de registro unitario.
3. Fortran IV. El concepto de compilador. Sus funciones. Programa fuente y programa objeto. Preparación del programa fuente. Análisis y diseño del método de solución.
4. Concepto de variable y de constante. Diferentes tipos de variables y su declaración. Proposiciones de entrada y salida. Formatos.
5. Concepto de asignación. Diferentes tipos de aritmética. Jerarquía de las operaciones. Expresiones y proposiciones aritméticas. Expresiones y proposiciones lógicas.
6. Proposiciones de control de flujo. Proposición DIMENSION. Proposición de repetición de un grupo de instrucciones. El DO.
7. Problemas de aplicación de los temas anteriores.
8. Funciones, subprogramas o subrutinas. Declaraciones COMMON, EQUIVALENCE Y DATA. Graficación.

9. Elaboración de programas maestros. Ejemplo de aplicación.
10. Lenguaje intérprete de matrices (LIMAS). Lenguajes orientados a la solución de problemas (COGO, STRESS, SIMSCRIPT, NASAP, SAP, etc.).
11. Implantación de programas.

#### BIBLIOGRAFIA

McCracken, D., *Programación FORTRAN IV*, Editorial Limusa Wiley, México.

McCracken, D., y Dorn, W., *Numerical Methods and Fortran Programming*, John Wiley, Nueva York.

0099 Fundamentos de ingeniería eléctrica.

1. Generalidades de un sistema eléctrico. Introducción. Consideraciones operacionales (curvas horarias, curvas de duración de carga, etc.). Aplicaciones.
2. Situación actual del sistema eléctrico nacional y su desarrollo futuro.
3. Máquinas síncronas. Generalidades. Ecuaciones fundamentales. Diferentes tipos. Aplicaciones.
4. Líneas de transmisión. Generalidades. Ecuaciones fundamentales. Diferentes tipos. Cálculo de parámetros. Aplicaciones.
5. Transformador. Generalidades. Ecuaciones fundamentales. Diferentes tipos. Aplicaciones.
6. Temas adicionales sobre sistemas eléctricos de potencia. Análisis de flujo de carga. Problema de corto circuito. Problema de estabilidad. Problema de operación económica.

BIBLIOGRAFIA

Eldgard, O., *Electrical Energy Systems Theory*, McGraw-Hill Book Co. (1971).

Viqueira Landa, J., *Redes eléctricas*, Representaciones y Servicios de Ingeniería.

Zaborszky, J., *Electrical Power Transmission*, The Ronald Press Co.

E. E. Staff del M. I. T., *Circuitos magnéticos y Transformadores*, Ed. Reverté, S.A.

## CATALOGO DE ASIGNATURAS

No todas las asignaturas de este catálogo se ofrecen regularmente. Muchas de ellas se pueden impartir en los semestres en que se inscribe un número suficiente de alumnos.

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
400105	Administración de la construcción	Construcción
400204	Administración por proyectos	Construcción
600006	Agua y desperdicios en la industria	Ambiental
614509	Algebra lineal	Matemáticas
600206	Análisis de máquinas de corriente alterna	Eléctrica
600306	Análisis de máquinas de corriente directa	Eléctrica
404407	Análisis de proyectos de ingeniería petrolera	Rec. Sec.
600406	Análisis de redes eléctricas	Eléctrica
600606	Análisis de rentabilidad de proyectos de Ingeniería Petrolera	Petrolera
614206	Análisis de sistemas de Potencia	Eléctrica
605406	Análisis económico	Planeación
411705	Análisis económico de proyectos de ingeniería	Construcción
400406	Análisis plástico de Estructuras	Construcción
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	Mecánica
620006	Aplicaciones de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria	Ambiental
410106	Aprovechamientos hidráulicos	Hidráulica
622009	Arquitectura y programación de computadoras	Electrónica
400504	Aspectos legales de la industria de la construcción	Construcción
601209	Cascarones	Estructuras
600806	Cimentaciones I	Mecánica de Suelos
SAA I 09	Cimentaciones II*	Mecánica de Suelos
615609	Circuitos electrónicos analógicos	Electrónica
615709	Circuitos electrónicos digitales	Electrónica
621806	Circuitos electrónicos para comunicaciones	Electrónica
601106	Comportamiento de elementos de concreto	Estructuras
600906	Comportamiento de estructuras de concreto	Estructuras
413707	Comportamiento de yacimientos petroleros	Rec. Sec.
601006	Comportamiento mecánico de materiales	Estructuras
601506	Confiability	Investigación de Operaciones
601306	Concreto presforzado	Estructura
400804	Construcción de estructuras espaciales y de cascarón	Construcción
400906	Construcción de puentes	Construcción
401005	Construcción de túneles	Construcción
601806	Control con computadora	Control
AEE I 06	Control de la combustión e incineración*	Ambiental

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
AKK I 06	Control de la contaminación del suelo*	Ambiental
601606	Control de máquinas eléctricas	Eléctrica
ADD I 06	Control de partículas y emisiones gaseosas*	Ambiental
601706	Control de procesos	Control
600706	Control de procesos de manejo de hidrocarburos	Petrolera
AGG I 06	Control del ruido*	Ambiental
401104	Control estadístico de calidad y diseño de especificaciones	Construcción
601906	Convección de calor y masa	Mecánica
617406	Desarrollo económico I	Planeación
613006	Desarrollo económico II	Planeación
603606	Difusión de calor y masa	Mecánica
401606	Dimensionamiento de estructuras de acero	Construcción
401506	Dimensionamiento de estructuras de concreto reforzado	Construcción
401404	Dimensionamiento de estructuras de madera	Construcción
614609	Dinámica clásica	Ing. Mecánica
614706	Dinámica de procesos industriales	Control
606706	Dinámica de sistemas elásticos	Mecánica Teórica y Apl.
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
602806	Dinámica de suelos	Mecánica de Suelos
602506	Dinámica estructural I	Estructuras
602606	Dinámica estructural II	Estructuras
401206	Diseño antisísmico de estructuras	Construcción
602106	Diseño avanzado de estructuras de acero I	Estructuras
602206	Diseño avanzado de estructuras de acero II	Estructuras
602706	Diseño avanzado de estructuras de concreto	Estructuras
603206	Diseño de circuitos con computadora	Electrónica
603306	Diseño de circuitos digitales	Electrónica
618106	Diseño de experimentos	Matemáticas
603406	Diseño de instrumentos eléctricos	Control
602306	Diseño de máquinas eléctricas I	Eléctrica
602406	Diseño de máquinas eléctricas II	Eléctrica
410606	Diseño de sistemas de riego parcelario	Hidráulica
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	Mecánica
603106	Diseño mecánico auxiliado por computadora	Ing. Mecánica
401305	Diseño y construcción de obras marítimas	Construcción
ANN I 06	Disposición de residuos sólidos*	Ambiental
604106	Econometría	Planeación
603907	Electrónica y aplicaciones	Control
605806	Elementos de circuitos electrónicos	Electrónica
411805	Equipo de construcción	Construcción
615006	Estadística	Matemáticas
604006	Estimación y filtrado	Control
603806	Estructuras laminares	Estructuras

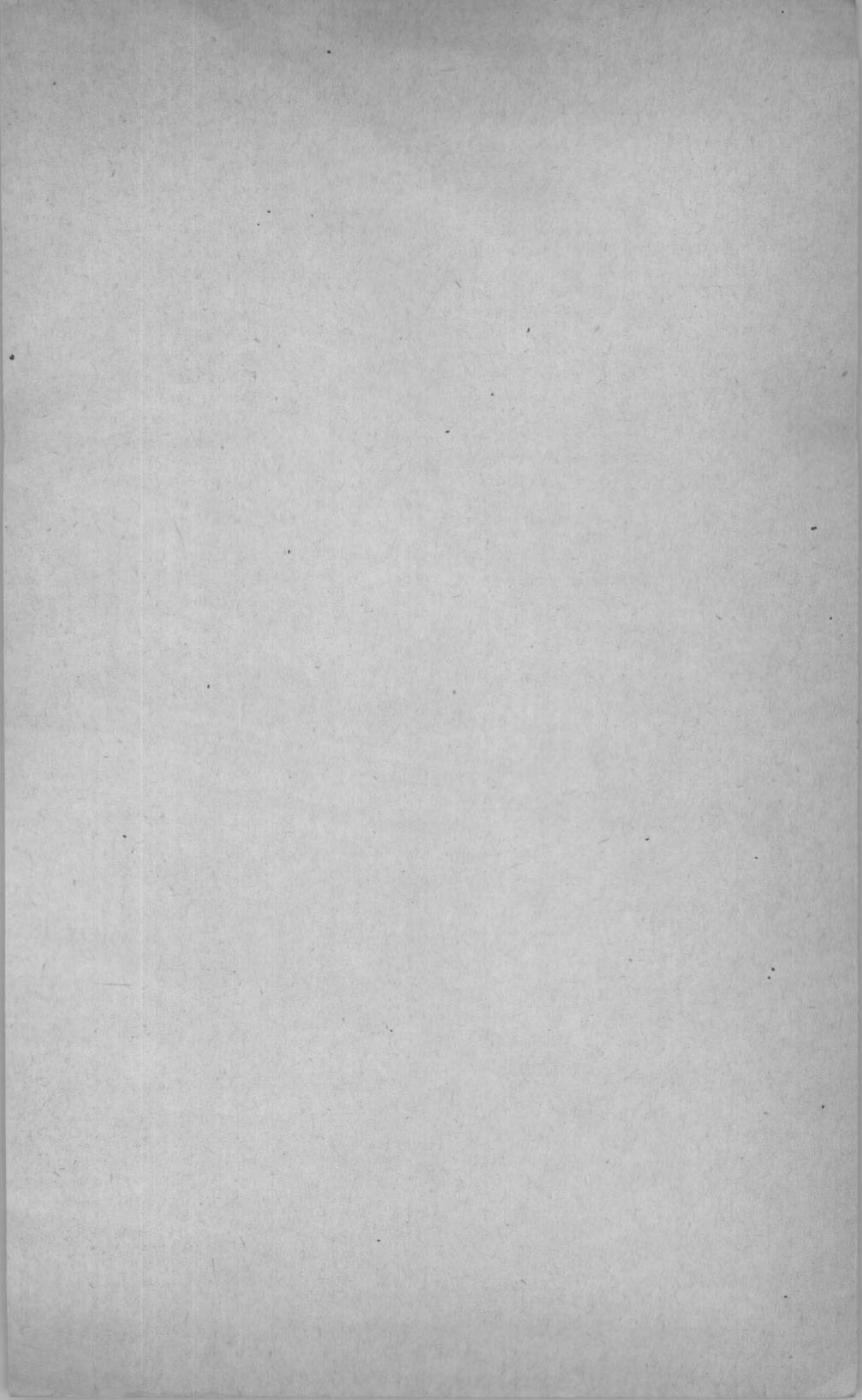
<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
614906	Evaluación de proyectos	Planeación
401806	Excavaciones y terracería	Construcción
604206	Explotación avanzada	Petrolera
615306	Fenómenos de transporte	Petrolera
604406	Fenómenos transitorios en la Hidráulica	Hidráulica
615106	Física moderna	Mec. Teórica y Apl.
605906	Física y modelos de semiconductores	Electrónica
604606	Fisicoquímica aplicada	Ambiental
604709	Fisicoquímica y termodinámica de hidrocarburos	Petrolera
604306	Flujo de agua en suelos	Mecánica de Suelos
604506	Flujo turbulento	Hidráulica
606406	Fracturamiento hidráulico	Petrolera
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Apl.
604806	Fundamentos del diseño	Mecánica
402005	Geología aplicada a la construcción pesada	Construcción
615406	Geología aplicada a la ingeniería civil	Mecánica de suelos
402105	Geotecnia aplicada a la construcción	Construcción
402205	Hidráulica aplicada a la construcción	Construcción
615509	Hidráulica general	Hidráulica
604906	Hidráulica fluvial	Hidráulica
605106	Hidráulica marítima y de estuarios	Hidráulica
605006	Hidrología de superficie	Hidráulica
618406	Hidrología subterránea	Hidráulica
605206	Inestabilidad estructural	Estructuras
605609	Ingeniería de alta tensión	Eléctrica
400306	Ingeniería de costos de construcción	Construcción
AHH I 06	Ingeniería de higiene industrial*	Ambiental
605706	Ingeniería de sistemas	Control.
413907	Ingeniería de yacimientos de gas	Rec. Sec.
605306	Ingeniería sísmica I	Estructuras
606306	Ingeniería sísmica II	Estructuras
402505	Instalaciones eléctricas, de elevadores y aire acondicionado	Construcción
402405	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas	Construcción
402304	Instalaciones para hospitales	Construcción
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	Control
615806	Introducción a la Mecánica	Mec. Teórica y Apl.
615906	Introducción a la mecánica de medios continuos	Mecánica de suelos
606806	Investigación de operaciones en la programación de inversiones	Inv. de Operaciones
402705	Inyección de suelos y rocas y control de filtraciones	Construcción
412106	Irrigación y drenaje	Hidráulica
400704	La comunicación en los sistemas administrativos	Construcción
606204	Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos	Electrónica

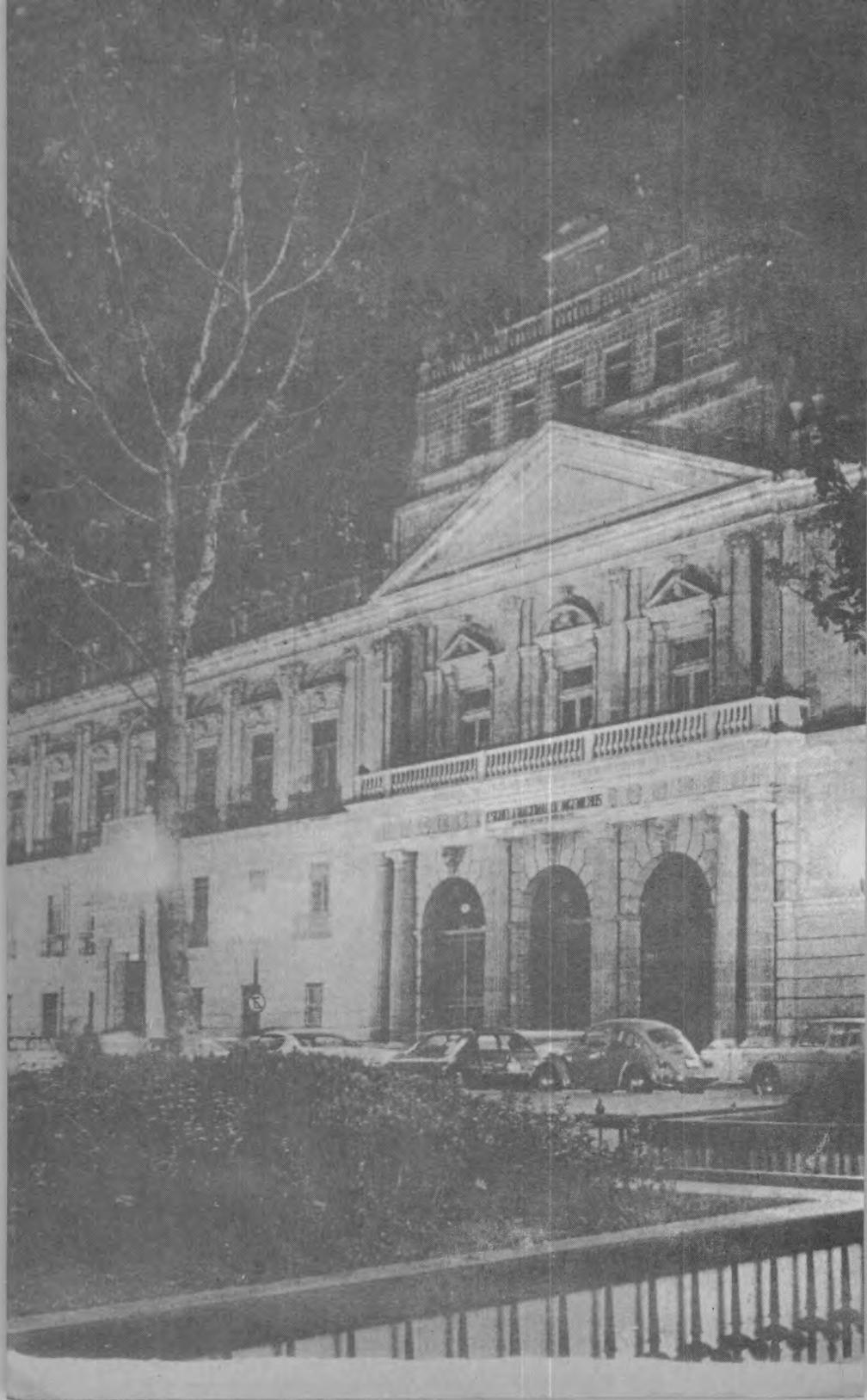
<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
606004	Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos	Electrónica
606104	Laboratorio de circuitos electrónicos digitales	Electrónica
616008	Laboratorio de Mecánica de Suelos	Mecánica de Suelos
606908	Limnología y saneamiento de corrientes	Ambiental
402804	Mampostería y acabados	Construcción
608306	Manejo de gas	Petrolera
616606	Magnetismo y dielectricidad	Eléctrica
607706	Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas	Eléctrica
616709	Matemáticas aplicadas I	Matemáticas
618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
616106	Mecánica avanzada I	Estructuras
607006	Mecánica avanzada II	Estructuras
607908	Mecánica de rocas	Mecánica de Suelos
616206	Mecánica de suelos I	Mecánica de Suelos
616306	Mecánica de suelos II	Mecánica de Suelos
616509	Mecánica de suelos aplicada	Mecánica de Suelos
608406	Mecánica de yacimientos	Petrolera
616908	Metalurgia mecánica	Ing. Mecánica
AJJ I 06	Meteorología y modelos de difusión*	Ambiental
608106	Método científico	Inv. de Operaciones
607804	Metodología de la Investigación de Operaciones	Inv. de Operaciones
608207	Métodos de elasticidad lineal	Mec. Teórica y Apl.
608506	Métodos de simulación	Petrolera
607106	Métodos energéticos de análisis estructural	Estructuras
600107	Métodos experimentales	Mec. Teórica y Apl.
616809	Métodos matemáticos	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadora	Matemáticas
607606	Métodos operacionales	Eléctrica
IBB I 06	Métodos y modelos de Investigación de Operaciones I*	Inv. de Operaciones
ICC I 06	Métodos y modelos de Investigación de Operaciones II*	Inv. de Operaciones
619908	Microbiología sanitaria	Ambiental
AAA I 06	Modelos de Ingeniería Ambiental*	Ambiental
608606	Modelos de sistemas urbanos	Planeación
607306	Modelos hidráulicos	Hidráulica
AFF I 08	Muestreo y análisis de aire*	Ambiental
606506	Normas en Ingeniería Eléctrica	Eléctrica
608706	Obras hidroeléctricas y de riego	Hidráulica
608906	Operación de sistemas de potencia	Eléctrica
608806	Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria	Ambiental
609206	Optimización de redes de colección	Petrolera
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	Control
609106	Optimización de sistemas dinámicos II	Control

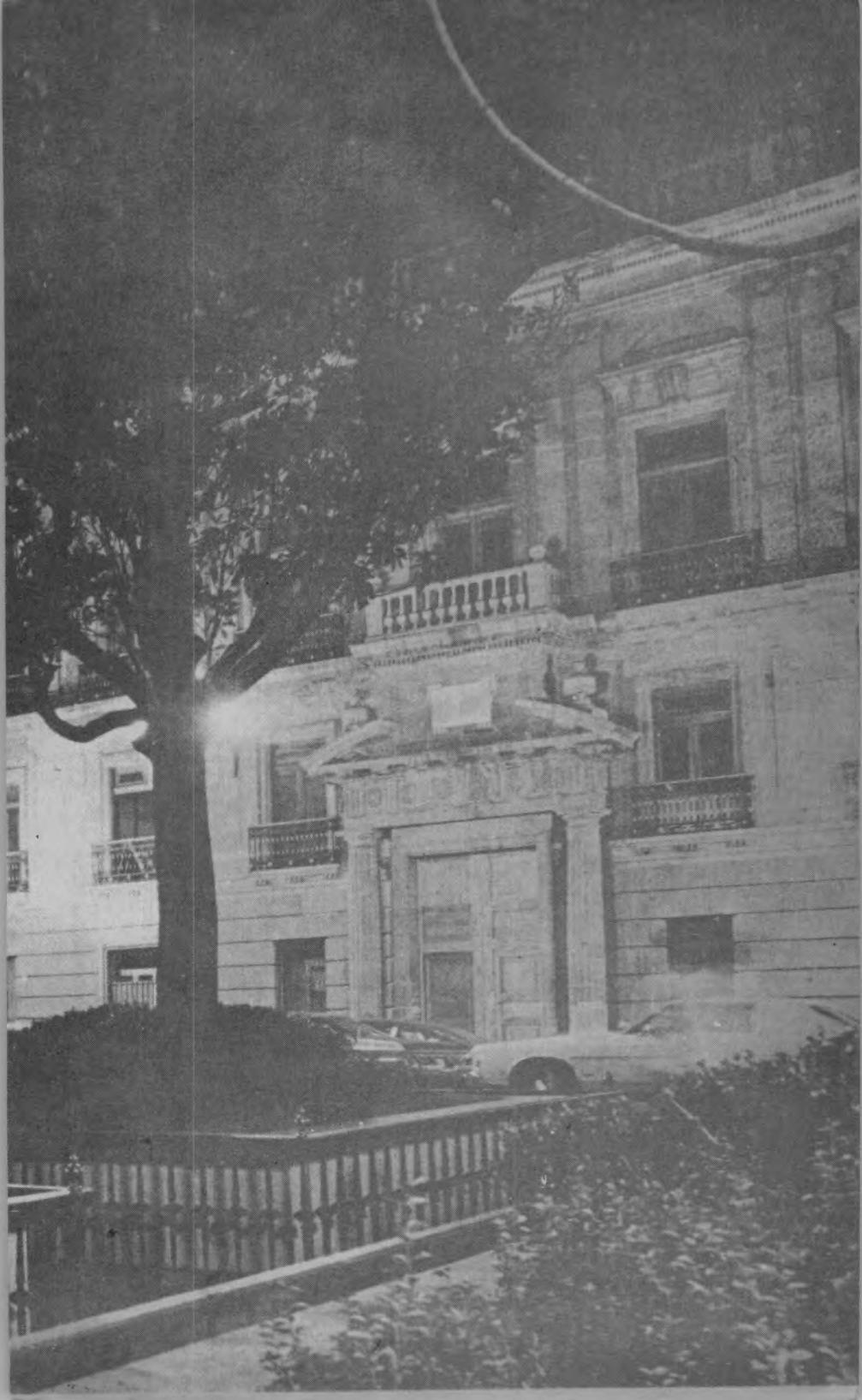
<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
606606	Perforación avanzada	Petrolera
609606	Planeación de sistemas de potencia	Eléctrica
403605	Planeación y evaluación de proyectos de edificación	Construcción
610406	Planeación y sistemas sociales	Planeación
403505	Planeación y organización de empresas constructoras	Construcción
621608	Plantas de tratamiento de aguas negras	Ambiental
621508	Plantas de tratamiento de agua potable	Ambiental
403405	Prefabricación y presfuerzo de estructuras de concreto	Construcción
609506	Presas de almacenamiento y derivación	Hidráulica
609409	Presas de tierra y enrocamiento	Mecánica de Suelos
412808	Principios y prácticas de riego	Hidráulica
617106	Probabilidad	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
618606	Probabilidad y estadística II	Matemáticas
610206	Problemas clásicos de la mecánica de los fluidos	Mec. Teórica y Apl. II.
403305	Procedimientos de construcción de estructuras de acero	Construcción AOO I
403205	Procedimientos de construcción de estructuras de concreto	Construcción
AOO I 06	Procesos biológicos de tratamiento*	Ambiental
404207	Procesos de recuperación mejorada	Rec. Sec.
619106	Procesos estocásticos	Matemáticas
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	Inv. de Operaciones
413807	Procesos inmiscibles de recuperación de petróleo	Rec. Sec.
610106	Programación avanzada	Inv. de Operaciones
NAA I 06	Programación de computadoras electrónicas*	Matemáticas
610006	Programación de inversión en obras	Planeación
609809	Programación matemática I	Planeación
609909	Programación matemática II	Planeación
413206	Programación y control de obras	Construcción
610506	Protección de sistemas eléctricos	Eléctrica
610610	Proyecto de maestría	Mecánica
403105	Proyectos y construcción de cimentaciones profundas	Construcción
402904	Proyectos y construcción de cimentaciones superficiales	Construcción
403005	Proyecto y construcción de pavimentos	Construcción
619809	Química sanitaria	Ambiental
610706	Radiación térmica	Ing. Mecánica
AMM I 06	Recolección y almacenamiento de residuos sólidos*	Ambiental

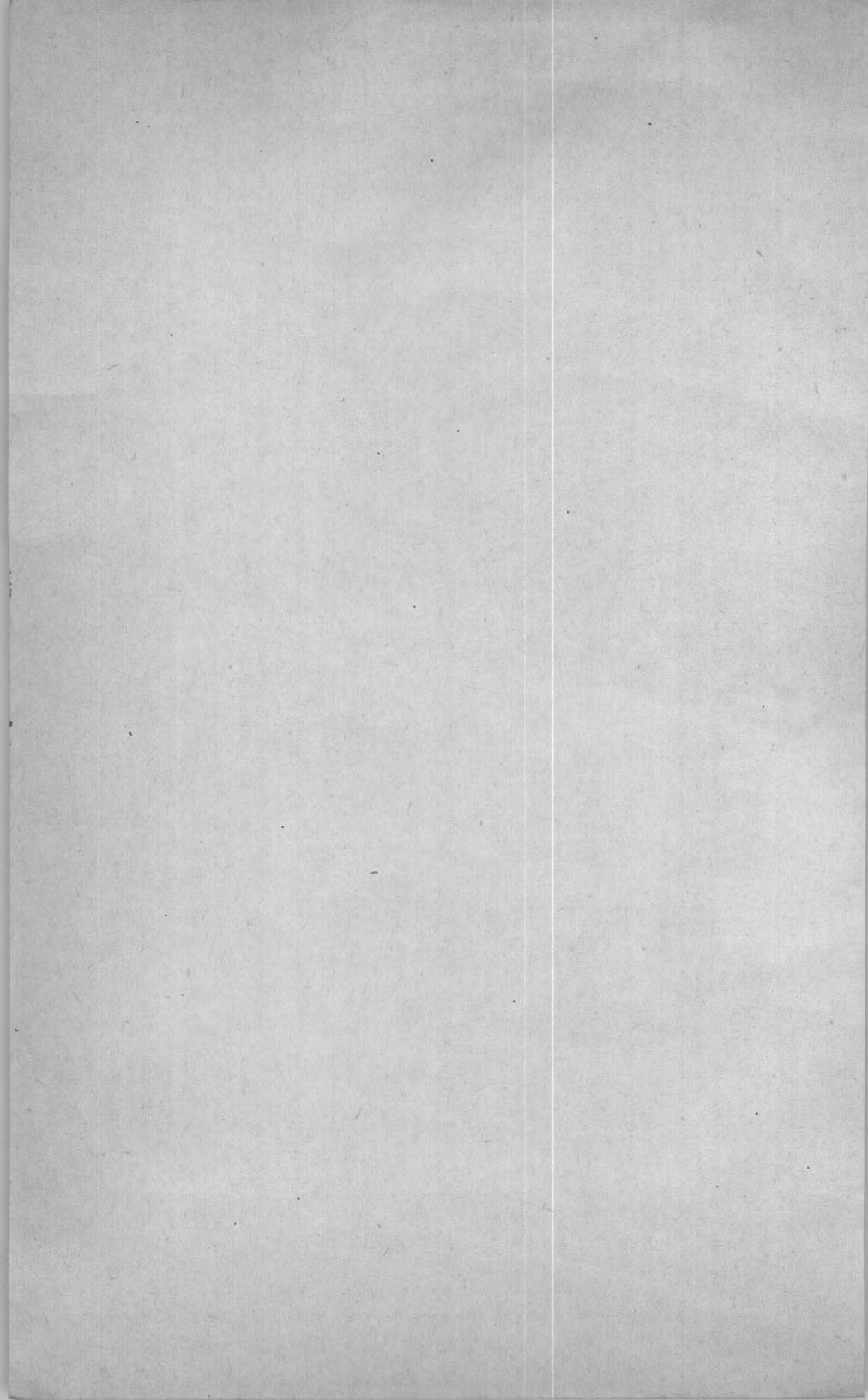
<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
611106	Recuperación secundaria	Petrolera
610906	Reología	Mec. Teórica y Apl.
611206	Saneamiento ambiental	Ambiental
612102	Seminario de mecánica	Mec. Teórica y Apl.
612002	Seminario sobre sistemas electrónicos	Electrónica
611506	Sensores y actuadores	Control
611306	Servomecanismo	Eléctrica
611606	Simulación de sistemas dinámicos	Control
618706	Simulación y computación analógicas	Control
611806	Simulación digital	Inv. de Operaciones
404307	Simulación numérica de yacimientos	Rec. Sec.
611406	Síntesis de redes eléctricas	Control
620106	Sistemas de abastecimiento de agua	Ambiental
620206	Sistemas de alcantarillado	Ambiental
ALL I 06	Sistemas de Ingeniería Ambiental*	Ambiental
611906	Sistemas de producción	Petrolera
622106	Sistemas digitales	Electrónica
611706	Sistemas dinámicos no lineales	Control
621906	Sistemas electrónicos analógicos	Electrónica
ABB I 06	Socioeconomía ambiental*	Ambiental
401706	Tecnología del concreto	Construcción
617606	Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica	Eléctrica
607406	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Apl.
4038XY	Temas especiales de Construcción Urbana	Construcción
6138XY	Temas especiales de Control	Control
6128XY	Temas especiales de Eléctrica	Eléctrica
6140XY	Temas especiales de Electrónica	Electrónica
6124XY	Temas especiales de Estructuras	Estructuras
6126XY	Temas especiales de Hidráulica	Hidráulica
6127XY	Temas especiales de Ingeniería Ambiental	Ambiental
6136XY	Temas especiales de Ingeniería Mecánica	Mecánica
6134XY	Temas especiales de Investigación de Operaciones	Inv. de Operaciones
6188XY	Temas especiales de Matemáticas	Matemáticas
6125XY	Temas especiales de Mecánica de Suelos	Mec. de Suelos
6141XY	Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada	Mec. Teórica y Apl.
6135XY	Temas especiales de Petrolera	Petrolera
6131XY	Temas especiales de Planeación	Planeación
4039XY	Temas especiales de planeación y administración de empresas constructoras	Construcción
4037XY	Temas especiales de proyectos e instalaciones	Construcción
613706	Teoría algebraica de sistemas	Control
617706	Teoría de circuitos	Eléctrica
613306	Teoría de decisiones	Inv. de Operaciones

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la Materia</i>	<i>Sección</i>
618206	Teoría de inventarios	Inv. de Operaciones
603706	Teoría de la elasticidad lineal	Mecánica Teór. y Apl.
613206	Teoría de la espera	Inv. de Operaciones
609306	Teoría de la plasticidad	Mec. Teórica y Apl.
618309	Teoría de la viscoelasticidad	Mec. Teórica y Apl.
611006	Teoría de redes	Planeación
607209	Teoría del medio continuo	Mec. Teórica y Apl.
617206	Teoría general de las estructuras I	Estructuras
612306	Teoría general de las estructuras II	Estructuras
617506	Teoría y técnicas de optimización I	Inv. de Operaciones
613906	Teoría y técnicas de optimización II	Inv. de Operaciones
617809	Termodinámica general	Ing. Mecánica
618904	Trabajo de investigación I	Todas (excepto Matemáticas)
619004	Trabajo de investigación II	Todas (excepto Matemáticas)
617306	Transporte de energía	Eléctrica
617906	Tratamientos térmicos	Mecánica
404005	Voladura de rocas	Construcción









FACULTAD DE INGENIERIA

SECRETARÍA DE GESTIÓN

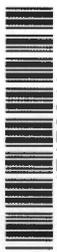
FICHA DE DEVOLUCION

EL USUARIO SE OBLIGA A DEVOLVER  
ESTE LIBRO ANTES DEL VENCIMIENTO  
DE LO CONTRARIO INCURDADO POR EL CELLO

COLECCION

NUMERO DE ADQUISICION

F-DEPFI/PRO 0016 /1979-  
80/Ej.3



\*717881\*

F-DEPFI  
PRO 0016  
1979-1980  
Ej.3

G(2).17881