

Líneas de investigación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Por ENRIC VAZQUEZ

Subdirector Jefe de Investigación.

Desde el principio de 1979 la Escuela ha puesto en práctica una política de promoción de la investigación, cuyas etapas iniciales son:

- Efectuar un inventario completo de las investigaciones en marcha e iniciativas de las distintas cátedras de la Escuela.
- Sondear las posibilidades de colaboración con otros centros de la U.P.B. y otras universidades catalanas, cuyos equipos pudieran complementar los modestos medios de la Escuela.

Tras éstas se procederá a:

- Establecer en estrecha colaboración con la Generalitat y la U.P.B. unas áreas necesidades de investigación dentro de la Ingeniería Civil en Cataluña.
- Determinar las áreas de interés para la industria catalana en colaboración con ésta.

Se trata de encajar ambos aspectos, valorar las posibilidades de realización con los medios al alcance, estudiar la financiación interior y exterior a la U.P.B. y, por último, seleccionar unas líneas prioritarias a las que se da el máximo apoyo canalizando hacia ellas una parte importante de las inversiones destinadas a laboratorios y biblioteca. Se intenta además crear una mínima estructura de servicio que facilite el asesoramiento, los contactos exteriores, el desarrollo de los programas seleccionados y su seguimiento por la Escuela.

Estas líneas deben favorecer la realización de tesis doctorales, la incorporación de postgraduados recientes y la captación de algunos alumnos que pueden complementar su formación y ser la cantera de futuros investigadores - profesores de la Escuela.

Se trata, en resumen, de aprovechar al máximo los recursos materiales y humanos disponibles para prestar un servicio a la sociedad dentro de la que nos encontramos, y a la vez hacer progresar

a la Escuela y satisfacer dentro de lo posible las necesidades y aspiraciones de sus miembros.

Tras un trabajo inicial de prospección y selección se ha concretado una primera relación de líneas de investigación que se adaptan a las posibilidades actuales de la Escuela y resultan factibles con sus medios y la colaboración exterior encontrada.

CATEDRA DE AMPLIACION DE FISICA

1. Difusión de contaminantes en el seno de fluidos estratificados.

Dirigida por J. Maria Massaguer Navarro, doctor en Ciencias Físicas.

Resumen. — Sondeos sistemáticos efectuados en el Mar del Norte, Estrecho de Gibraltar, Lago Vanda, etc., han puesto de manifiesto que tanto la temperatura como la salinidad se presentan a menudo formando estratos muy homogéneos, separados por interfases muy definidas y de gran estabilidad.

Los mecanismos responsables del mantenimiento de un equilibrio dinámico en el interior del estrato se clasifican según la fuente de energía en:

1. Fuente externa de agitación turbulenta (viento, oleaje).
2. Gradientes de velocidad inducidos por corrientes, intrusiones, etc.
3. Energía potencial almacenada en forma de exceso de temperatura o concentración salina.

El trabajo actual que se efectúa en la Escuela va dirigido a analizar la influencia de los gradientes de velocidad en los procesos de difusión, mezcla y separación de contaminantes, estudiando el problema por simulación numérica cuyos resultados serán contrastados con experiencia de laboratorio.

2. Estabilidad asintótica para las ecuaciones de la termoelasticidad generalizada.

Tesis doctoral de A. Falqués, Licenciado en Ciencias Físicas.

Resumen. — El tema central consiste en la investigación de hasta qué punto el modelo termoelástico generalizado es capaz de explicar el amortiguamiento de las oscilaciones libres de los materiales que se ajustan a él. El trabajo es esencialmente teórico, y el método matemático seguido es estudiar la estabilidad asintótica del estado natural del material. Se utiliza la teoría de semigrupos de evolución en espacios de Hilbert, y dentro de este marco, algunos resultados topológicos sobre el comportamiento asintótico de los sistemas dinámicos.

CATEDRA DE CALCULO NUMERICO Y ESTADISTICA

Todas las líneas están a cargo de Manuel Castelleiro, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Eduard Albors, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

1. Simulación de líneas de autobuses urbanos.

Resumen. — Estudio probabilístico de redes de transporte colectivo mediante la aplicación de técnicas estocásticas de simulación.

Los programas resultantes permitirán el estudio en ordenador de la influencia que medidas futuras de organización (creación de carriles-bus, exclusividad de tramos viarios, etc.) tendrán en la eficacia y fluidez del servicio de transporte urbano.

2. Desarrollo de algoritmos de obtención de todos los caminos lógicamente posibles de una red de transporte.

Resumen. — Se están generando algoritmos "de máxima eficacia" para el estudio de caminos de utilización lógica en redes de transporte, mediante el análisis algebraico de matrices de conectividad modificadas.

3. Estudio estocástico del comportamiento de estructuras marinas costeras.

Resumen. — Se pretende analizar el comportamiento resistente de estructuras costeras ante las fuerzas producidas por el oleaje, considerando no sólo la aleatoriedad del estado del mar (altura de ola, frecuencia, amplitud, etc.), sino también la

incertidumbre de las características resistentes, tanto a corto como a largo plazo, de dichas estructuras. El estudio se aplicará fundamentalmente a problemas de la costa nororiental española del Mediterráneo.

4. Métodos de cálculo numérico con matrices vacías.

Resumen. — Los métodos de cálculo automático que se utilizan hoy en día en ciertas áreas de la Ingeniería Civil (métodos matriciales, elementos finitos, etc.) exigen el manejo de grandes matrices con la mayor parte de sus elementos nulos.

Se están generando algoritmos para minimizar, tanto el almacenamiento en ordenador de dichas matrices, como el tiempo de cálculo utilizado al operar con ellas, fundamentalmente en la obtención del determinante y de la matriz inversa.

5. Correlación automática de problemas de convergencia y estabilidad en la solución numérica de problemas de contorno definidos por ecuaciones diferenciales parabólicas.

Resumen. — Al resolver problemas de contorno no estacionarios mediante diferencias finitas, se producen muy frecuentemente problemas de estabilidad numérica, corregibles únicamente mediante la modificación de la magnitud de los intervalos parciales de integración, tanto espaciales como temporal. Se están desarrollando sistemas automáticos de corrección de estos problemas de estabilidad mediante autocomprobación de síntomas primarios de falta de convergencia. El estudio es de aplicación tanto a problemas lineales como no lineales.

CATEDRA DE ECONOMIA Y COORDINACION DEL TRANSPORTE

1. Análisis de rentabilidad de las inversiones en transporte y del comportamiento de viajeros.

Tesis doctoral de Mateu Turró, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, presentada en mayo de 1979.

Resumen. — Se ha prestado especial atención a los temas de metodología general y a la determinación del valor de los ahorros de tiempo de viaje y variables de carácter subjetivo. Se ha trabajado también en el análisis del comportamiento del viajero.

La mayor parte del esfuerzo se ha dirigido a los viajes interurbanos y a la elección entre autopista de peaje y carretera libre.

La realización de estudios similares aplicados al contexto urbano y del reparto nodal en los viajes por la ciudad constituyen la base de la *tesis doctoral* en curso de J. Soler, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

2. Descripción y funcionamiento de los sistemas metropolitanos de transporte público.

Dirigida por Mateo Turró, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: J. Soler, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen.—Se presta especial atención al análisis de las redes de transporte público en particular a los aspectos de informatización del sistema y evaluación de la misma y a algunos problemas de explotación de la red de autobuses: regularidad, tiempo de parada, incidencia del tráfico sobre la velocidad comercial y efectividad de las medidas prioritarias para el transporte público.

CATEDRA DE ESTRUCTURAS

1. Análisis no lineal de puentes formados por ensamblaje de losa y vigas por el método de capas.

Dirigido por Eugenio Oñate, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: Javier Oliver, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen.—Este trabajo está orientado a realizar un estudio a nivel de fibra del comportamiento no lineal de vigas y placas para pasar después mediante ensamblaje directo al análisis elastoplástico de puentes tipo losa clásicos. El método más poderoso para un conocimiento preciso del comportamiento no lineal a nivel fibra es utilizar el "método de las capas" conjuntado con el de los elementos finitos, pues permite considerar estados de plastificación sucesivos a distintas alturas de la sección. Se considerarán leyes de comportamiento adecuadas para el acero y para el hormigón. Otra ventaja del método de las capas es que la simulación matemática del comportamiento del hormigón armado es relativamente sencilla.

2. Estudio por elementos finitos de láminas delgadas y gruesas.

Resumen.—El análisis de láminas por elementos finitos teniendo en cuenta el efecto del esfuerzo cortante transversal en la deformación presenta serias dificultades cuando se estudian láminas del-

gadas debido a los excesivos valores que toman los términos relativos al esfuerzo cortante que acaban dominando la solución. Existen diversas técnicas para sortear este problema, tales como las reglas de integración numérica reducida o selectiva para la matriz de rigidez, pero, en ocasiones, resultan ineficaces y dan lugar a singularidades.

Este trabajo está enfocado a tratar de obtener elementos que puedan ser utilizables, con absoluta confianza, para el análisis de láminas gruesas y delgadas. Este trabajo fue iniciado en junio del año 1978, habiéndose obtenido ya diversos resultados, algunos de los cuales se presentaron en el Congreso Mundial sobre Láminas y Estructuras Espaciales que se celebró en Madrid en septiembre de 1979.

3. Análisis matemático por el método de los elementos finitos del comportamiento de los yesos funcionales para curación de fracturas.

Resumen.—El uso de los yesos funcionales para conseguir una compacidad uniforme del músculo y reducir así la carga que se transmite por el hueso fraccionado a la rótula es uno de los métodos modernos de tratamiento de fracturas.

Este trabajo realizado en colaboración con el Centro de Bioingeniería de la E.T.S.I.I. de la Universidad Politécnica de Valencia intenta evaluar el porcentaje de carga que se reparte entre el músculo, coaccionado por el yeso, y el hueso fraccionado. Para ello la pierna se asimilará a un sólido de revolución con isotropía de revolución y se procederá a su estudio por el método por elementos finitos.

4. Estudio del comportamiento no lineal de estructuras sometidas a esfuerzos dinámicos.

Resumen.—Se pretende estudiar la respuesta de estructuras constituidas por materiales con leyes de comportamiento no lineal bajo la acción de cargas variables con el tiempo.

En una primera fase se considerarán únicamente estructuras en estados de tensión o deformación plana para en una segunda pasar a estudiar estados de flexión. El método de análisis será por elementos finitos con integración explícita en el tiempo de las ecuaciones del movimiento. Como ejemplos de aplicabilidad inmediata se estudiará la respuesta dinámica de estructuras tipo presa y de vasijas de presión a cargas sísmicas.

5. Estudio del esfuerzo cortante en estructuras celulares por el método de la banda finita.

Dirigida por Eugenio Oñate, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. *Tesis doctoral de Benjamín Suárez*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — El trabajo consiste en efectuar un estudio comparativo de los resultados que se obtienen al analizar estructuras formadas por ensamblajes de placas y vigas con sección transversal cortante longitudinalmente y extremos apoyados por el método de la banda finita, considerando y sin considerar el efecto del esfuerzo cortante en la deformación. El problema es de gran aplicabilidad para análisis de puentes de cajón u otros de sección celular abierta.

6. Estudio de las deformaciones de sólidos viscoplásticos incluyendo el efecto de la temperatura. Aplicación al análisis numérico de procesos de forja y estampado de metales.

Dirigida por Eugenio Oñate, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — El trabajo tiene como primer objetivo analizar numéricamente el efecto de la temperatura en la deformación de materiales cuyas propiedades sean sensibles a ella. El método desarrollado se aplicará principalmente al estudio numérico de procesos de forja de metales a altas temperaturas, tales como extrusión y laminado en caliente.

El segundo objetivo es analizar procesos de estampado de metales. En primer lugar sólo se estudiarán problemas con simetría de revolución, para en una segunda fase abordar el caso general que permitirá estudiar numéricamente la deformación de planchas de metal delgadas de forma cualquiera como las que aparecen en la industria de carrocería del automóvil.

El tratamiento numérico de todo el trabajo se hará utilizando el método de los elementos finitos. Los resultados se compararán con otros experimentales proporcionados por las empresas ALCOA (Aluminium Company of America, U.S.A.) y METAL-BOX (Gran Bretaña).

7. Anchura eficaz.

Dirigida por J. Miquel, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Como es bien sabido, en una sección en cajón, la distribución de tensiones en la fibra superior y en la fibra inferior, distan de ser

uniformes, y este fenómeno es tanto más acusado cuanto mayor es el aligeramiento del cajón.

Si trasladamos el problema a puentes de hormigón pretensado donde la relación espesor/anchura tiende cada vez más a disminuir podemos estudiar cuál será el reparto real de tensiones, tanto en servicio como en rotura. Ello evidentemente nos lleva a un tratamiento elastoplástico del material como base para todo el estudio.

CATEDRA DE FERROCARRILES

Ver el artículo de Andrés López Pita en este mismo volumen.

CATEDRA DE FISICA

1. Estudio de la migración de dislocaciones.

Investigadores: Félix Marco, doctor en Ciencias Físicas; Anna Serra, licenciada en Ciencias Físicas, y Josep Antón Planell, licenciado en Ciencias Físicas.

Resumen. — La línea de investigación parte del estudio del límite del comportamiento elástico de materiales e incide en la teoría de la deformación plástica. En los sólidos cristalinos esta deformación plástica se modifica por el movimiento de dislocaciones, proceso muy complejo y sobre el que hay abundantes trabajos teóricos a partir de Mott y Nabarro (1948) entre los más antiguos.

La declaración del límite elástico es un tipo de endurecimiento a través de un proceso en el que la movilidad de las dislocaciones viene modulada por el tipo de imperfecciones (impurezas divalentes, trivalentes, etc.) y condicionada por el tratamiento térmico de recocido y enfriamiento previos.

La información sobre la dinámica de las dislocaciones se obtienen experimentalmente estudiando la energía de activación de la deformación plástica y su dependencia con: esfuerzo, temperatura deformación, velocidad de deformación, concentración de esfuerzos, etc.

Se trata, pues, de estudiar los modelos de interacción "dislocación-defecto" desarrollados en teoría (Paz, Gorri), y prolongarlos en función de su comprobación experimental.

La vía experimental pasa por:

- a) Obtención de monocristales de LiF y de material a estudiar. Caracterización cristalográfica.
- b) Mecanización de las muestras.
- c) Tratamiento térmico.

d) Estudio de la migración de las dislocaciones mediante microscopía, microdureza y prensa.

J. A. Planell está efectuando en el Queen Mary College la compleja preparación de las muestras para su estudio en el microscopio electrónico.

CATEDRA DE GEOLOGIA APLICADA

1. Alteración y alterabilidad potencial de las principales unidades litológicas de Cataluña.

Dirigida por J. A. Fayas, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: *T. Toral*, licenciado en Ciencias Geológicas y Ciencias Químicas.

Resumen. — El objetivo principal es establecer índices de alterabilidad (tanto particulares del tipo de roca como generales según los factores predominantes), el estudio de estos factores en la región, los posibles factores retardantes de esta alteración y la velocidad previsible de la misma.

El interés de esta investigación viene en función de la importancia de los problemas debidos a fenómenos de alteración y alterabilidad de los materiales de superficie y un correcto y completo conocimiento de estos problemas a la hora de tomar decisiones sobre un determinado proyecto de ingeniería, hidrología o urbanismo.

2. Caracterización litológica y geotécnica de macizos rocosos para planificación territorial.

Dirigida por J. A. Fayas, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Se estudia el condicionamiento litológico sobre la planificación territorial. Se destaca el interés de estudiar una metodología que recoja las aportaciones ya existentes y busque una normalización de los trabajos en este campo.

CATEDRA DE GEOTECNIA

Todas las líneas dirigidas por E. Alonso, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

1. Estudio teórico y experimental del comportamiento de suelos no saturados.

Investigador: A. Lloret, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

En el plano teórico se formula un modelo teórico general del comportamiento del suelo no saturado, que en una primera etapa hace referencia a los fenómenos de cambio de volumen, estudiados

en toda su complejidad. En el aspecto experimental, se llevarán a cabo ensayos triaxiales y edométricos sobre muestras no saturadas con control de las presiones de agua y aire y el empleo de técnicas psicrométricas.

2. Descripción estocástica del suelo y diseño probabilístico en Geotecnia.

Se siguen las líneas siguientes: 1. Utilización de técnicas de máxima entropía para el análisis de datos escasos o "cortos" (sondeos, ensayos de penetración). 2. Simulación de propiedades en áreas no directamente reconocidas. 3. Formulación y análisis del concepto de "parámetro equivalente" de medios estocásticamente heterogéneos. 4. Desarrollo de criterios óptimos de diseño en presencia de incertidumbre.

3. Cartografía geotécnica.

Investigador: J. Corominas, licenciado en Ciencias Geológicas y *L. Candela*, licenciada en Ciencias Geológicas.

En colaboración con el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées se trabaja para poner a punto una metodología de trabajo y la realización práctica de la cartografía geotécnica de áreas densamente pobladas y/o industrializadas. Se cuenta con el apoyo de la Facultad de Informática con objeto de iniciar la creación de bancos de datos apropiados.

4. Estudio de la velocidad de aplicación de cargas sobre suelos blandos saturados manteniendo un control de deformaciones y de seguridad frente a rotura.

Investigador: J. Casanovas, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Se desarrolla, para arcillas saturadas, una ley de aplicación de carga en función del tiempo que tiene en cuenta la evolución de las propiedades tensodeformacionales del terreno a medida que transcurre la consolidación, de forma que se asegura la consecución de una historia prevista de deformación y de seguridad frente a rotura. El análisis se refiere a las condiciones de ensayo triaxiales (con la consiguiente validación experimental) y a problemas de escala real.

5. Interacción suelo-estructura.

Investigador: J. Santos, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Se analizan y comparan entre sí diversos modelos de suelo (Winkler, Boussinesq, Pasternak,

Rivkin, mixto) frente a problemas generales de interacción entre suelo y estructuras lineales o planas (finitas o infinitas) en contacto con él. Se han encontrado caminos generales de solución a través de ecuaciones integrales de Fredholm o de la aplicación de las series de potencias de Berowicka-Gorbunov-Posadov. Se extienden los métodos desarrollados al problema de la interacción con elementos estructurales en el interior del suelo.

6. Toma de muestras en suelos.

Investigador: J. Casanovas, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Trabajo desarrollado en colaboración con el Subcomité de Toma de Muestras de la Sociedad Internacional y en el momento actual dirigido fundamentalmente a la cuantificación de la alteración que las propiedades de deformación de suelos "consistentes" sufren en el transcurso del muestreo y su posterior ensayo en Laboratorio.

7. Medida y análisis retrospectivo de casos reales.

Investigador: J. Casanovas, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y *J. Santos*, ingeniero de Caminos Canales y Puertos.

Son investigaciones puntuales y de tipo diverso en función de las peculiaridades de cada caso. Se reconoce la importancia fundamental de estos análisis para mejorar los métodos de predicción existentes. Hasta el momento se han analizado en detalle problemas de predicción de asientos.

8. Túneles.

Se trabaja, a iniciativa de la Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas (AETOS) en la redacción de una Norma. Su desarrollo se prevé lento y acompañado de investigaciones puntuales que ayuden a definir aspectos mal conocidos.

CATEDRA DE HIDRAULICA

1. Comportamiento reológico de diversos fluidos.

Dirigida por Luis Berga, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: *Josep Dolz*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Dentro del Departamento de Hidráulica de la Escuela se realizan trabajos de investigación reológica de acuerdo con el programa de disponibilidades de material y equipos de laboratorio.

Así se han desarrollado técnicas viscosimétricas de caracterización de fluidos no-newtonianos y se han estudiado los comportamientos reológicos de diversas disoluciones de polímeros y, en particular, de disoluciones acuosas de carboximetilcelulosa (CMC) y lodos bentoníticos.

Durante los últimos años se ha seguido también la línea de investigación biorreológica, es decir, el estudio reológico de los fluidos biológicos (semen, líquido sinovial, sangre) y fundamentalmente el estudio de las propiedades reológicas de la sangre humana (hemorreología), y la aplicación de la microscopia electrónica de barrido a la reología.

Para desarrollar estas investigaciones hemorreológicas se han obtenido diversas ayudas y colaboraciones con otros Centros. Caben destacar, entre ellas, la Beca de Investigación de Ingeniería de la Fundación Juan March del año 1977 y los contratos de colaboración con la Cátedra de Mecánica de Fluidos de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Barcelona, así como los trabajos y publicaciones en colaboración con la Escuela Profesional de Hematología "Farreras Valenti", Laboratorio Central de Hematología del Hospital Clínico de Barcelona y con el Servicio de Microscopia Electrónica de la Universidad Central de Barcelona y de la Universidad Politécnica de Barcelona.

CATEDRA DE HORMIGON

En el momento actual existen dos líneas de investigación con distintas fases de desarrollo.

1. Análisis de la estructura de hormigón.

Dirigida por J. Murcia, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigadores: *A. Aguado*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y *A. Marí*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Esta amplia línea recoge diversas etapas, como:

- Análisis en el tiempo en primer orden, bajo la acción de las deformaciones diferidas debidas a la retracción y fluencia.
- Análisis no lineal en primer orden, teniendo en cuenta fisuración y plastificación de los materiales, mediante utilización de líneas de influencia a partir de deformaciones impuestas.
- Análisis no lineal en segundo orden. Análisis dinámico por medio de métodos numéricos.

Como resultado de estas etapas se incluyen: Dos tesis doctorales (Juan Murcia y Antonio Agua-

o), y otra en desarrollo (Antonio Mari), diversas publicaciones y cursos monográficos.

2. Hormigones especiales.

Dirigida por J. Murcia, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: *A. Aguado*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Esta línea es eminentemente experimental y en principio está encaminada hacia:

- El empleo de hormigones fibrosos (de fibra de acero o fibra de vidrio resistente a los álcalis) en elementos estructurales de pequeño espesor o bien como sustituto de cercos en zonas de grandes esfuerzos cortantes.
- Estudio de los hormigones polimerizados sin cemento y sus aplicaciones (panales, placas, dovelas, etc.).

CATEDRA DE INGENIERIA SANITARIA

1. Vigilancia y control de calidad en aguas costeras del Mediterráneo.

Dirigida por R. Mujeriego, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — El objetivo global de este estudio es "obtener datos estadísticamente significativos, la información científica y los principios técnicos necesarios para evaluar el estado de contaminación actual de las zonas costeras del Mediterráneo y especialmente en aquellos aspectos que afectan la salud pública".

Este estudio forma parte del Proyecto Piloto MED-VII "Coastal Water Quality Control" aprobado por la Reunión Intergubernamental de Países Ribereños del Mediterráneo celebrada en Barcelona en 1975, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El estudio lo coordina la Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y se realiza en las costas de Málaga y Tarragona.

El organismo colaborador español es el Ministerio de Sanidad y Seguridad Social a través de las Direcciones Provinciales de la Salud de Málaga y Tarragona.

Además de los recursos institucionales el estudio cuenta con una ayuda de Investigación del Comité Conjunto Hispano-Norteamericano para la Cooperación Científica y Tecnológica.

2. Gestión de calidad de lixiviados en vertederos controlados.

Dirigida por R. Mujeriego, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Tesis doctoral de *J. Fenollosa*.

Resumen. — El objetivo principal de este estudio es "obtener datos experimentales y principios técnicos necesarios para la gestión de los lixiviados procedentes de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos".

El estudio se llevará a cabo en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Escuela y en el vertedero de residuos sólidos del Área Metropolitana de Barcelona, situada en el término de Garraf.

El estudio cuenta con una Beca de Investigación concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia.

CATEDRAS DE MATEMATICAS I Y II

1. Estabilidad elástica.

Dirigida por Emilio Garbayo, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y licenciado en Ciencias Exactas. Investigador: *A. Sangrós*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Esta línea de investigación puede abarcar multitud de temas, clasificables aproximadamente en tres áreas:

Area teórica: a) Bifurcaciones y valores críticos con las técnicas de análisis funcional. b) Desarrollo asintóticos y/o acotación del error en el cálculo aproximado de valores críticos. c) Pandeo multiparamétrico y zonas de inestabilidad.

Area semi-aplicada: d) Algoritmos numéricos para el cálculo de cargas críticas. e) Algoritmos numéricos para configuraciones postpandeo. f) Algoritmos numéricos para variación de la carga crítica por imperfecciones.

Area de aplicación: g) Normas de cálculo y normas constructivas, para un amplio catálogo de tipos de estructuras.

2. Análisis de señales.

Dirigida por E. Garbayo, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y licenciado en Ciencias Exactas. Investigadores: *E. Bertelotti*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; *J. Egozcue*, licenciado en Ciencias Físicas; *M. Moral*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y licenciado en Ciencias Exactas, y *J. M. López Rey*, licenciado en Ciencias Exactas.

Resumen. — Area teórica: a) Extensión de "filtros" considerados como operadores.

Area semi-aplicada: b) Métodos numéricos de filtrado y/o análisis del espectro. c) Algoritmos de localización de raíces.

Area de aplicación: d) Localización de fallas en perforaciones calizas (túneles). e) Ensayos no destructivos (láminas, etc.). f) Medición de características de sismos y otras aplicaciones geofísicas.

3. Historia del análisis funcional.

Dirigida por E. Garbayo, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Investigador: *E. Droeven*, licenciado en Ciencias Exactas.

Resumen. — Area teórica: a) Génesis del concepto de función. b) Incidencias de las series trigonométricas en la formación de los conceptos del análisis matemático moderno.

Area aplicada: c) Didáctica de las matemáticas superiores en la Ingeniería.

CATEDRA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION Y QUIMICA

1. Previsión del comportamiento de los sistemas polvos minerales-ligantes a través del conocimiento de las características de los finos.

Dirigida por E. Vázquez, doctor en Ciencias Geológicas y licenciado en Ciencias Químicas. Investigador: *E. Bastús*, licenciado en Ciencias Químicas.

Resumen. — Trabajo en colaboración con la Sección de Mineralogía y Petrografía del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées de Paris, dirigido por la parte francesa por M. Tourencq, jefe de dicha Sección.

El programa de trabajo comprende: a) Ensayos sobre mezclas filler-cemento. Papel de la polución por arcillas en el comportamiento de hormigones bituminosos. b) Tareas de información (creación de un fichero de fillers). c) Nuevos métodos de análisis. d) Estudio al microscopio electrónico de "scanning" de la unión ligante-filler y sus reacciones. e) Para un mismo filler mineralógicamente puro estudiar el papel de la granulometría respecto a los distintos ligantes. f) Papel de la microporosidad (BET), forma de las partículas, etc., a granulometría constante. g) Estudio de mástics filler-betún (en especial resistencia a tracción).

2. Utilización de las cenizas volantes procedentes de las centrales térmicas catalanas en la ingeniería.

Todas dirigidas por E. Vázquez, doctor en Ciencias Geológicas y licenciado en Ciencias Químicas

2.1. Su utilización con los cementos.

Tesis doctorales de J. Rovira, licenciado en Ciencias Químicas y *A. Yagüe*, licenciado en Ciencias Químicas.

Resumen. — En colaboración con la Cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias Químicas (doctor Coronas).

Las cenizas de nuestras centrales representan un importante tonelaje de residuos cuya aplicación puede reportar grandes ventajas. Su incorporación a los cementos Pórtland presenta inconvenientes dado su contenido en cal. Se estudia el mecanismo de hidratación y fraguado y formas de corregir los inconvenientes citados.

2.2. Estabilización de suelos típicos en Cataluña.

En colaboración con E. Alonso, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Estas cenizas pueden presentar ventajas con respecto a la estabilización de diversos tipos de suelo ante el posible autofraguado que presentan, pudiendo estudiarse su efecto sobre las propiedades de diversos suelos. El estudio ha comenzado por los saulós (granito descompuesto) del Maresme, Cordillera Costera Catalana, que tanta tradición tienen en diversas construcciones civiles de nuestro país, y será extendido posteriormente a suelos de diferentes comarcas (Ampurdán, etc.). Se trabaja en colaboración con la Cátedra de Geotecnia de la misma Escuela.

2.3. Incorporación directa al hormigón hidráulico.

Resumen. — Se estudia la influencia de la incorporación de cenizas sobre distintas propiedades del hormigón.

2.4. Incorporación al sistema filler-betún.

Investigadora: Elena Bastús, licenciada en Ciencias Químicas.

Resumen. — Trabajo en paralelo y con el mismo esquema que la línea 1.

3. Materias primas minerales para la construcción en Cataluña.

Dirigida por E. Vázquez, doctor en Ciencias Geológicas y licenciado en Ciencias Químicas.

Tesis doctoral de *T. Toral*, licenciado en Ciencias Químicas y en Ciencias Geológicas.

Resumen. — Se pretende estudiar el estado actual de yacimientos y recursos potenciales en relación a las distintas formaciones geológicas presentes en Cataluña, interesantes como áridos, fabricación de cemento, yesos, piedras ornamentales, cerámica, etc.

Se pretende llegar a conclusiones sobre las calidades, así como su distribución geográfica y realizar un estudio de planificación regional de recursos en las distintas comarcas que forman Cataluña.

CATEDRA DE PUENTES

1. Evolución hasta rotura por solicitaciones normales de tableros continuos de puentes de hormigón armado o pretensado.

Tesis doctoral de *A. Aparicio*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Se pretende, a partir de un modelo matemático de análisis no lineal de vigas continuas de H.A. o H.P. realizar un estudio paramétrico sobre las variables que influyen en el fenómeno con el fin de extraer conclusiones de aplicación inmediata para el proyecto de puentes de hormigón armado o pretensado.

CATEDRA DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Ver línea 1 de Matemáticas.

CATEDRA DE SOCIOLOGIA

1. Cambios sociales como consecuencia de las transformaciones urbanas y territoriales.

Dirigida por *Rosa Junyent*, licenciada en Sociología, licenciada en Geografía y diplomada en Urbanismo.

Resumen. — La transformación del espacio no afecta solamente al territorio o a la morfología del espacio construido, sino que afecta profundamente al grupo humano, provoca o acelera una mutación de las estructuras locales y sociales. Sus efectos sobrepasan el marco estricto del hábitat y deben estudiarse como una forma particular del cambio social en general. La investigación propuesta se interesa por el *impacto de la Ingeniería Civil*, es decir, por la modificación del espacio de-

bido a esta modificación sobre un territorio concreto: Cataluña.

Las grandes obras infraestructurales son imprescindibles para el desarrollo; sin embargo, su realización puede conllevar unos costos sociales muy altos y serios problemas técnicos, biológicos y sociológicos que deben ser resueltos. No se puede planificar un territorio sin conocerlo profundamente.

CATEDRA DE URBANISMO

1. Especialización y segregación de usos del suelo en un área metropolitana. El caso del Vallés Occidental.

Dirigida por *J. Prat*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — La hipótesis básica a demostrar en esta investigación supone que la dinámica urbana, muy acentuada en los últimos veinte años en el Vallés Occidental (comarca con 25 municipios y 600.000 habitantes), viene acompañada de una creciente especialización en el uso del suelo de las áreas afectadas, con la subsiguiente modificación de las características de la movilidad intra e interurbana. La verificación de dicha hipótesis se efectuará de dos formas distintas:

- Directamente, por medio de la comparación de los usos del suelo, a partir de una serie histórica de fotoplanos, transcritos sobre base topográfica y con tratamiento informático.
- De forma indirecta, y sólo para la segregación residencial, a partir de la confrontación de las pautas de movilidad deducidas de las encuestas anejas al censo de 1970 y el padrón de 1975.

2. Pautas de ocupación del territorio en áreas de ocio: La Costa Brava.

Dirigida por *M. Herce*, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — A partir igualmente de la comparación de una serie cronológica de fotoplanos, se pretende analizar la dinámica de implantación de actividades en un área turística tan significada como la Costa Brava, con un énfasis especial en dos temas:

- Análisis del efecto estructurante que tienen determinadas infraestructuras, ya sean puntuales (puertos deportivos) o lineales (autopistas, autovías) sobre la localización de urbanizaciones de segunda residencia.

- Valoración experimental del modelo de ocupación "por oleadas" de la franja costera, con una evaluación especial de la situación actual del frente a partir del análisis cuantificado de licencias por municipios.

3. El carácter singular de la alta montaña. El caso del Pirineo Catalán.

Dirigida por A. Serratosa, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — En las zonas de alta montaña coexisten en la actualidad extensas áreas de subdesarrollo y despoblamiento con núcleos puntuales sometidos a una intensa explotación turística, fruto de una demanda muy dinámica. Las técnicas clásicas de ordenación territorial resultan claramente desfasadas en este ámbito; esta línea de investigación pretende recopilar y analizar las más recientes e interesantes experiencias extranjeras en este campo y trazar las líneas directrices de una política territorial de la alta montaña, con especial atención al caso del Pirineo Catalán, exponente claro del dualismo zona metropolitana-zona de montaña.

4. Infraestructuras de transporte y modelo territorial en Cataluña.

Dirigida por M. Herce, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Resumen. — Esta investigación se propone correlacionar la formación de la red de infraestructuras de transporte en Cataluña y la evolución de su modelo de asentamientos. En una primera fase se analiza históricamente la formación de la red, esquematizándola en grafos, a la vez que se identifican los sistemas de asentamientos en periodos históricos relevantes y con características socio-económicas que permiten clasificarlos y diferenciarlos.

A continuación, se aplican métodos cuantitativos de análisis topológico a los grafos que permitan medir conectividades, centralidades y marginalidades, así como métodos de análisis de interrelaciones potenciales entre asentamientos. A partir de estos indicadores geográficos y funcionales se esperan hallar correlaciones estadísticas significativas con las distintas variables explicativas de la evolución demográfica y socio-laboral de los asentamientos urbanos.