

## Laboratorio de Ensayo de Materiales

Las actividades habituales y los trabajos más importantes efectuados durante el último decenio por el Laboratorio de Ensayo de Materiales son el tema de este artículo.

**Autores: Carlos A. Rodríguez**

**Ingeniero Civil**

**Magister en Ingeniería**

**Profesor Asociado. Universidad Nacional. Area de Estructuras y concretos**

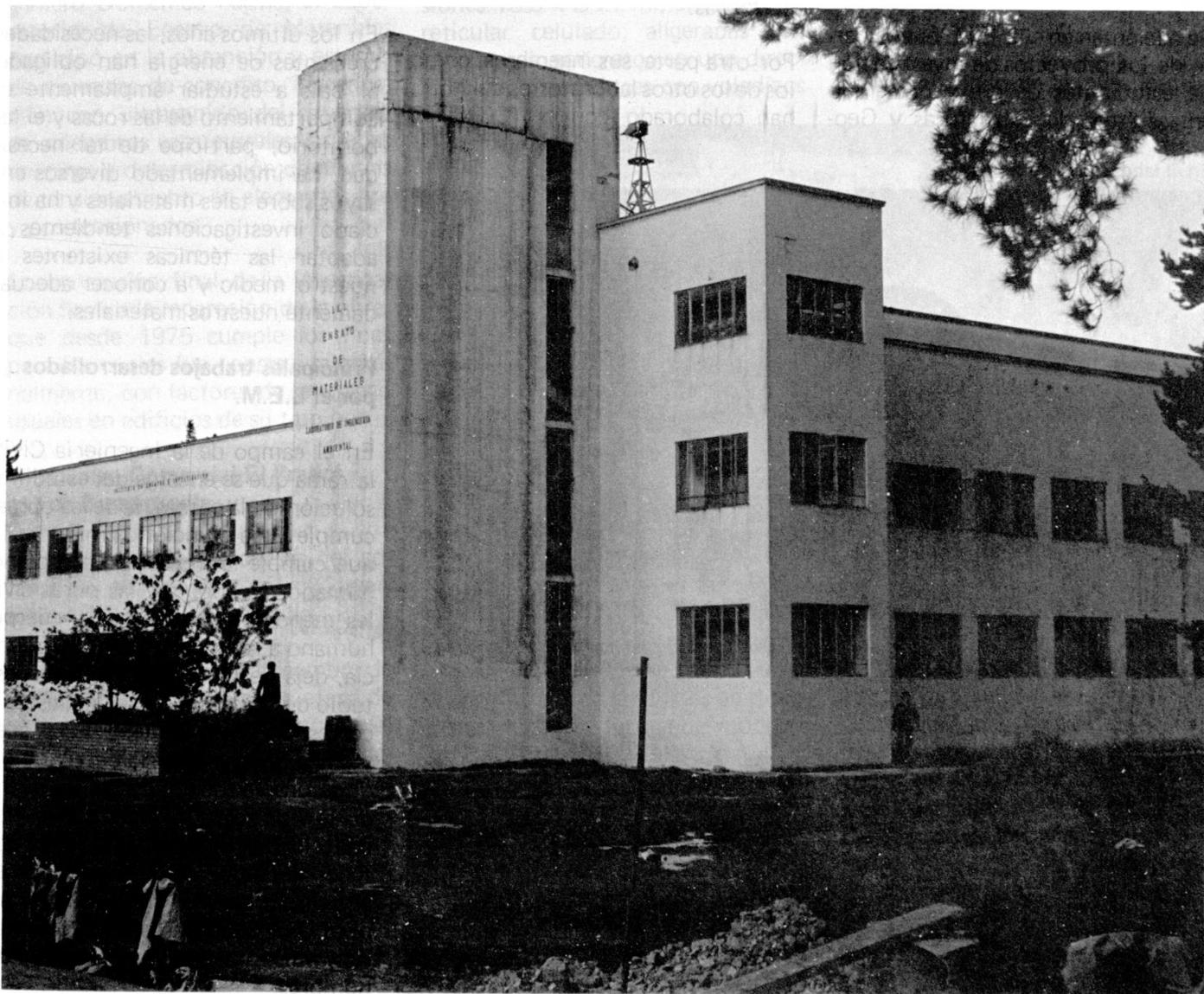
**Carlos Juan Gutiérrez**

**Ingeniero Civil**

**Profesor Asistente. Universidad Nacional. Area de Geotecnia.**

El logro del conocimiento de los materiales con que se construyen las obras es una de las etapas más importantes en la actividad creadora de la Ingeniería Civil.

El Laboratorio de Ensayo de Materiales del Instituto de Ensayos e Investigación de la Universidad Nacional, se ocupa de los ensayos y de la investigación sobre los mate-



◀ riales empleados en las obras civiles, así como de la labor docente en este campo, entre los estudiantes de Ingeniería.

Cuenta para este propósito con tres secciones: la de mecánica de suelos y pavimentos; la de agregados, cementos, concretos y otros materiales (cerámicas, maderas, etc.) y la de estructuras. Es, de los que forman el I.E.I. el laboratorio más antiguo y está funcionando desde 1944 en el edificio principal de ese Instituto. Su personal, ampliamente experimentado, consta en la actualidad de once ingenieros especializados y ocho laboratoristas. La actividad docente se desarrolla a través de los cursos de Mecánica de Suelos, Pavimentos, Análisis Estructural y Hormigón, en pregrado de Ingeniería Civil y Análisis por Modelos, en postgrado de Estructuras.

Se adelantan en el L.E.M. buena parte de los proyectos de investigación de estudiantes de pre y postgrado en las áreas de Estructuras y Geo-

tecnia, requeridos para optar el título respectivo. Así se cumple la participación del estudiante que ya ha finalizado su pènsum de estudios en el análisis y búsqueda de soluciones a problemas técnicos de ingeniería, de importancia práctica.

Las tres secciones del L.E.M. prestan sus servicios a la industria y, en general, a las personas que lo solicitan, bien a través de ensayos y análisis, o a través de asesoría y conceptos técnicos. Pueden tener relación estos trabajos con el control de calidad, con el desarrollo, planeación e investigación de productos, o con la solución de problemas técnicos. Se logra esto por medio de contratos que el I.E.I. tiene con las empresas interesadas, o por medio de solicitudes de trabajos individuales para los cuales se han establecido tarifas.

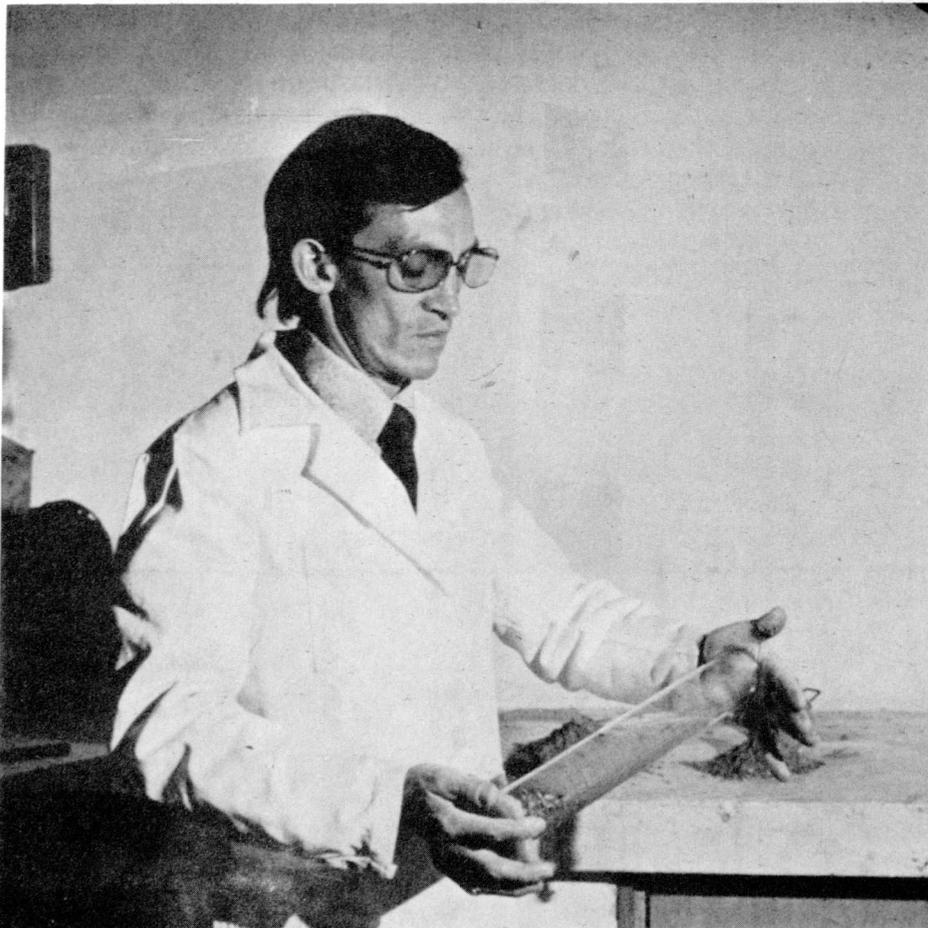
Por otra parte, sus ingenieros, como los de los otros laboratorios del I.E.I., han colaborado con el ICONTEC

(Instituto Colombiano de Normas Técnicas), haciendo parte de los comités de estudio, creación y revisión de las normas técnicas que tienen que ver con los materiales y estructuras para obras civiles.

En el país el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos del L.E.M., se ha encargado de marcar las pautas para el desarrollo de la Mecánica de Suelos, a través de diversas investigaciones sobre nuestros suelos. Al mismo tiempo favorece la implantación de tecnologías a obras particulares a través de su trabajo para la industria. De igual manera, constituye valioso soporte para la actividad pavimentadora, pues posee un adecuado equipo para ensayos, estudio, diseño y control de calidad de materiales y mezclas para pavimentos.

En los últimos años, las necesidades crecientes de energía han obligado al país a estudiar ampliamente el comportamiento de las rocas y el laboratorio, participe de tal necesidad, ha implementado diversos ensayos sobre tales materiales y ha iniciado investigaciones tendientes a adaptar las técnicas existentes a nuestro medio y a conocer adecuadamente nuestros materiales.

#### En el laboratorio de cementos.



#### Principales trabajos desarrollados por el L.E.M.

En el campo de la Ingeniería Civil, la rama que se encarga del estudio y solución de la patología de las obras, cumple una función similar a la que cumple la medicina en el plano humano. No por ser las obras civiles menos propensas que el cuerpo humano a la enfermedad y decadencia, deja de tener importancia el estudio de las causas de sus males y su correspondiente remedio. Pero, si el médico debe aceptar la desaparición de la propia estructura del ser cuando la vida acaba, al ingeniero le está dado luchar generalmente hasta obtener la recuperación total, pues es entendido que la vida útil de una obra civil debe trascender la de varias, acaso muchas, generaciones de hombres.

El Laboratorio de Ensayo de Materiales ha desarrollado diversos trabajos de importancia en esta especialidad, en el transcurso del último decenio. A continuación un breve resumen de los más señalados:

#### A— Edificio de Avianca — Bogotá

Investigación de las condiciones finales de la estabilidad del edificio de Avianca después del incendio de 1973.

En el piso catorce de este edificio, de 38 pisos, se inició en la mañana del 23 de julio de 1973 un incendio que se propagó a los pisos superiores y en el lapso de doce horas, duración del incendio, destruyó el contenido de todos ellos.

En este trabajo, dirigido por el Ingeniero Doménico Parma, el Laboratorio de Ensayo de Materiales participó en la obtención y estudio de muestras de concreto, investigación con ultrasonido del concreto de miembros estructurales, pruebas de carga y determinación de fuerzas de tensionamiento en elementos pre y pos-tensionados.

La conclusión final de la investigación llevó a la reparación de la obra, que desde 1975 cumple los fines para los cuales fue construida originalmente, con factores de seguridad usuales en edificios de su tipo.

#### B— Centro Comercial El Prado de Barranquilla

Investigación de las causas del colapso del edificio del Centro Comercial El Prado de Barranquilla.

En la tarde del seis de noviembre de 1978, cuando estaba en la etapa de su culminación, la estructura del Centro Comercial El Prado se derrumbó súbitamente. Por encargo de los dueños de la obra, el L.E.M. emprendió la investigación de las causas, trabajo que se efectuó entre el 10 de noviembre de ese año y finales de febrero de 1979.

Se trataba de una estructura para



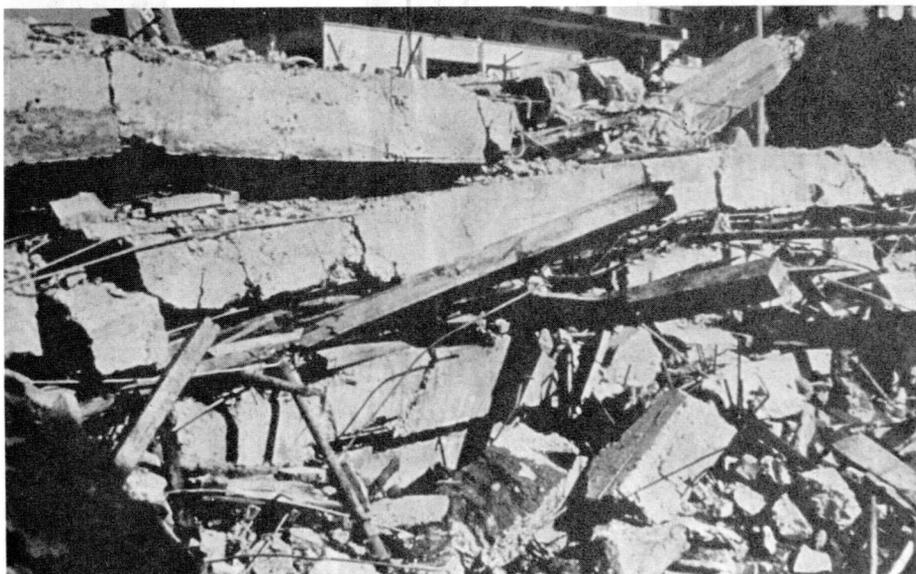
El Prado. Vista general del efecto del colapso.

edificio destinado a locales y oficinas, de siete plantas (incluido un "mezzanine"). Las placas, de dimensiones 18.3 x 83.1 m., eran de tipo reticular celulado, aligeradas con bloques de concreto; en una dirección tenían dos luces con voladizos

trucción y levantamiento de planos de construcción de los residuos del colapso.

c) Evaluación del estudio de suelos y de la cimentación.

Como resultado de la investigación,



El Prado. Se observan las cuatro placas interiores.

y once luces con voladizos en dirección ortogonal, formando módulos de 7 x 7 metros. El plan de trabajo comprendió tres aspectos fundamentales:

- Evaluación del diseño estructural por los métodos que generalmente se usan para el tipo de estructura empleado.
- Evaluación de la calidad de cons-

se llegó a establecer las causas del colapso, ligadas directamente con el diseño estructural y la calidad de construcción de la obra.

#### C— Puente de la Calle 92 — Bogotá

Estudio sobre la estabilidad de la estructura y elaboración de diseños correctivos para el paso elevado ubicado en la autopista del norte con ▶

◀ intersección de la Avenida Ciudad de Quito (calle 92) en Bogotá.

El mal estado de la rasante y las dudas acerca de la estabilidad estructural de este paso elevado, ocasionaron el contrato según el cual la Universidad Nacional se comprometió ante el Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá a efectuar el traba-

jo mencionado, que se extendió entre el 20 de abril y el 6 de agosto de 1979.

Durante este tiempo, se hizo un pormenorizado estudio y una evaluación del proyecto en lo referente a análisis y diseños estructurales, juntas, apoyos, riostras, cuñas sobre vigas longitudinales y del estudio de

suelos y cimentación. Se realizó levantamiento detallado del estado en la época del puente, en cuanto a geometría, pilas, vigas, riostras, barandas, nivelación de la rasante, características de los materiales estructurales, funcionamiento de juntas de dilatación y de apoyos, deflexiones y fisuración. Se practicaron ensayos de carga, se investigó el subsuelo y se evaluó el comportamiento de la cimentación.

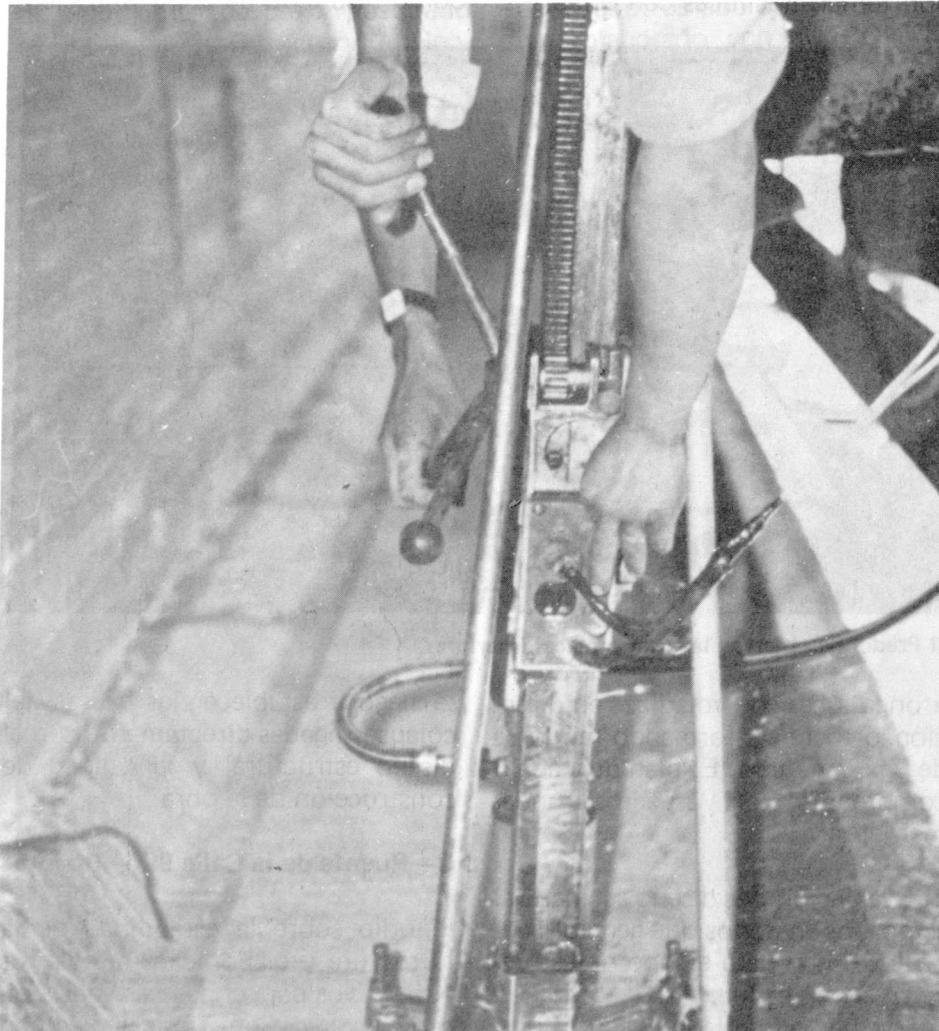
Definidos los problemas reales, se propusieron soluciones en lo relativo a juntas y rasante y recomendaciones sobre el control y observación de la obra.

Luego de reparado, el puente se dio al servicio hace dos años, y hoy presenta la mejor rasante existente en pasos elevados de Bogotá.



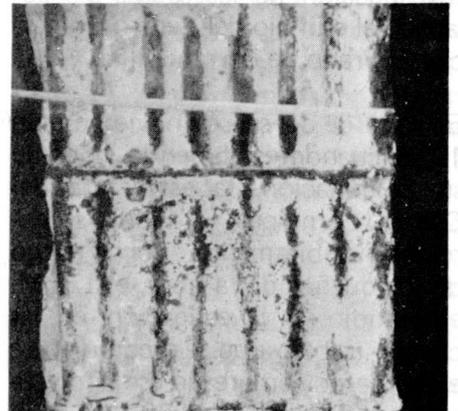
Puente de la calle 92. Ensayo de carga.

Puente de la calle 92. Toma de núcleos en vigas.



#### D— Edificio Telecom — Cartagena

Evaluación estructural del Edificio Telecom — La Matuna, en Cartagena. A mediados de 1973 se detectaron problemas en el edificio mencionado, consistentes en aparición de fisuras y descascaramiento del hormigón de recubrimiento. En los años 73 y 74, una comisión del I.E.I. adelantó una serie de ensayos y análisis sobre una parte de la estructura que se hallaba ocupada en la época. Se recomendó entonces una inspección minuciosa del estado de todos los elementos estructurales. Posteriormente fue evacuado el edificio y solicitada la evaluación recomendada. Se adelantaron los trabajos co-



Telecom, Cartagena. Deterioro en armadura y recubrimiento.

respondientes entre marzo y agosto de 1980.

Se trata de un edificio de cuatro plantas, cuya estructura de concreto reforzado está formada por placas macizas que descansan sobre vigas acarteladas, las que solicitan columnas, que llevan su carga al suelo por medio de pilotes de sección circular, de concreto reforzado.

Condiciones propias del uso del edificio, favorecidas por medio salino, ocasionaron corrientes eléctricas dentro de la estructura. Esto produjo oxidación de la armadura en algunas zonas y el consiguiente deterioro en el recubrimiento. Detenido casi por completo el proceso de oxidación, quedaron dudas acerca de la magnitud del daño ocasionado.

El trabajo se desarrolló en varias etapas, previendo su suspensión, si el resultado de una de ellas así lo aconsejaba.

Se inició con la revisión detallada de la cimentación de las columnas más afectadas (inspección visual, determinación de propiedades mecánicas y químicas interesantes del concreto, del acero y del suelo circundante). Los resultados de esta etapa permitieron pasar a las siguientes: Ensayos de carga sobre la superestructura realizados sucesivamente sobre varios módulos de todas las placas, evaluación de las propiedades mecánicas y químicas de interés del concreto y la armadura de placas y columnas. Simultáneamente se efectuaron reparaciones temporales sobre deterioros ocasionados en las etapas previas. Se localizaron testigos en el suelo adyacente a la cimentación y en el hormigón de recubrimiento, con ánimo de llevar registro periódico del comportamiento del acero de refuerzo. Se hicieron recomendaciones finales, con objeto de rehabilitar la estructura y observar su comportamiento en el futuro.

### E— Trabajos relativos a suelos

Además de su participación en los trabajos anteriormente menciona-



Telecom, Cartagena. Ensayo de carga.

dos, son notables los siguientes, efectuados por la Sección de Mecánica de Suelos y Pavimentos.

— *Ensayos de carga sobre la cimentación de las intersecciones construidas en el Distrito Especial por la Constructora Méndez Junior sobre pilotes preexcavados.* Este trabajo dio origen a una investigación que se desarrolla actualmente en el laboratorio acerca del comportamiento de fundaciones sobre pilotes en arcilla. Se han diseñado, construido e instrumentado modelos, cuyos ensayos han arrojado interesantes resultados que dan luz sobre diversos tópicos del funcionamiento de tales cimentaciones.

— *Estudio de los materiales de construcción para los proyectos hidroeléctricos de Betanía y Urrá* con un intenso programa de ensayos de laboratorio que han permitido la implantación de nuevas técnicas de investigación y manejo de materiales para presas de tierra.

— *Estudios de estabilidad de taludes sobre la Carretera Bogotá-Villavicencio y en el barrio Atenas de Bogotá,* que han permitido desarro-

llar una metodología para el estudio de deslizamientos en el país y para el diseño de métodos de control.

— *Estudios de materiales para pavimentos* desde diversos puntos de vista con miras a mejorar las técnicas de pavimentación en nuestro medio.

— Adicionalmente, se desarrollan actualmente *programas de investigación sobre comportamiento de muros de gaviones* a través de estudio de similitud por creación de modelos y estudio de materiales adecuados.

— También se encuentra en análisis el *programa de evaluación de arcillas expansivas en algunas zonas del país,* tendiente a establecer correlaciones con el medio ambiente, programa que ha exigido un concienzudo muestreo en diversas zonas y un vasto programa de ensayos de laboratorio. *Es deseo del laboratorio lograr una efectiva vinculación de la industria a los diversos programas de investigación de interés común a través de aportes de experiencias, con miras a lograr el desarrollo de una tecnología propia en el área de la Mecánica de Materiales* ■