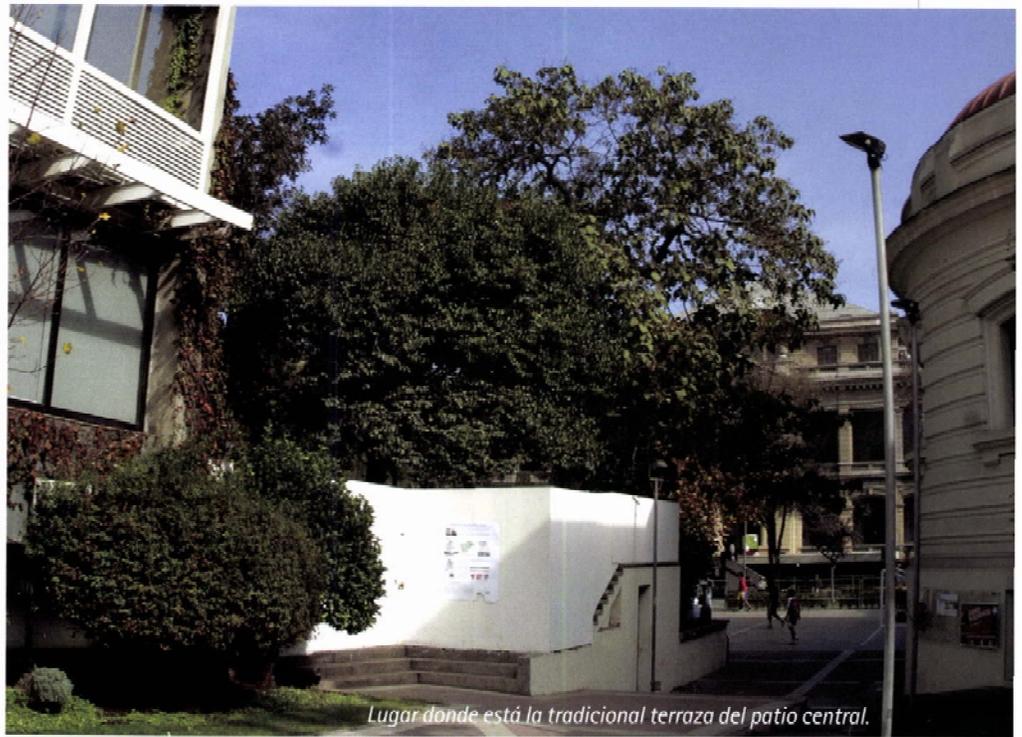


# Memoristas de Ingeniería Civil: Monitorización de la salud de los edificios

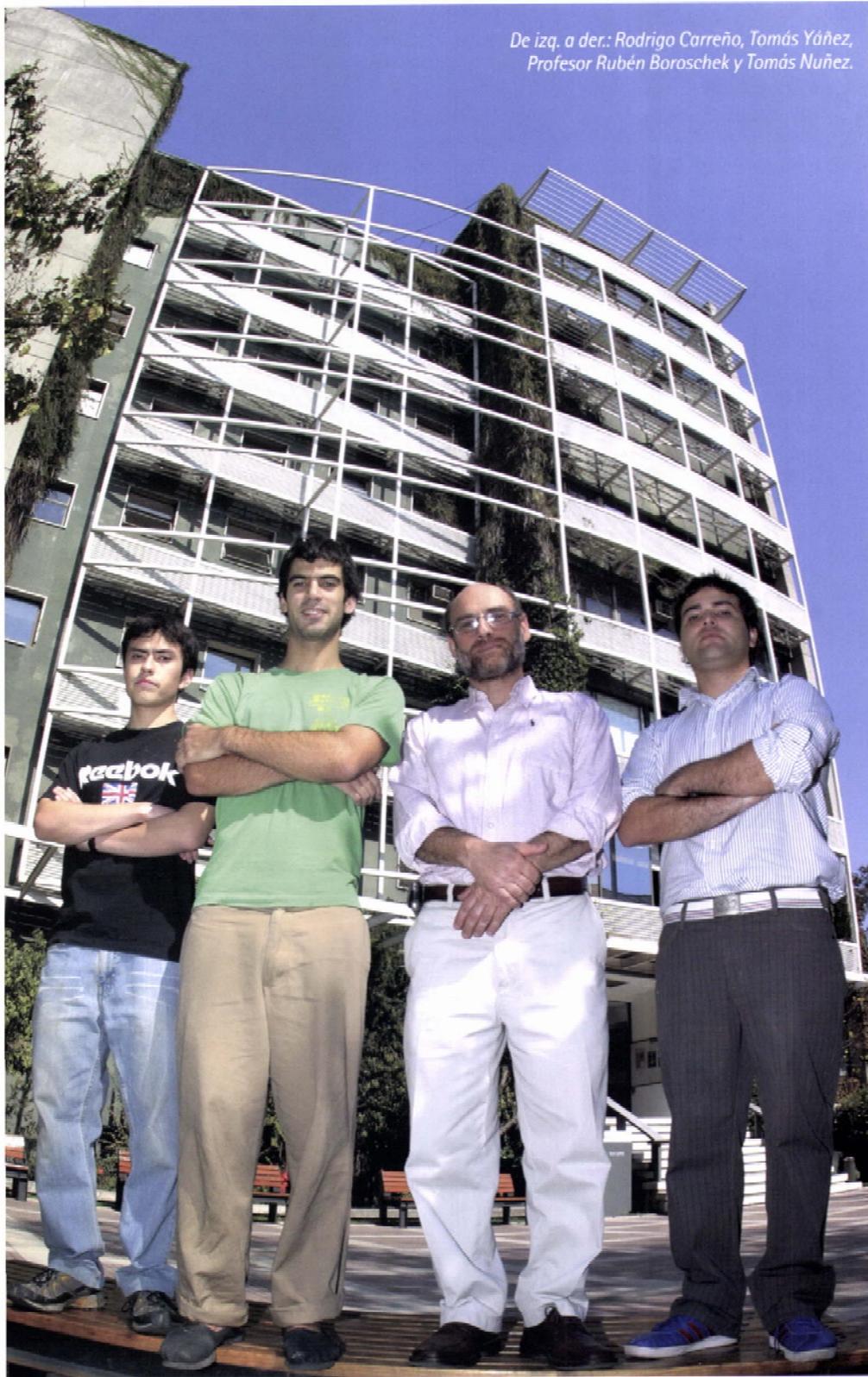
Gracias a un sistema de monitorización continua, la Torre Central de la Facultad se convirtió en el primer edificio en exponer públicamente su estado de salud en Internet. Esto a través de un proyecto pionero de alumnos memoristas apoyados por académicos del Dpto. de Ingeniería Civil de la FCFM.



*Lugar donde está la tradicional terraza del patio central.*

**Salud no es un concepto asociado únicamente a la vida humana.** Tal como un doctor vigila la salud de sus pacientes, los ingenieros pueden controlar la salud de los edificios. Precisamente esto es lo que realiza un equipo de académicos y memoristas del Departamento de Ingeniería Civil.

En el lugar donde está la tradicional terraza del patio central, se hizo un pozo de 1m de diámetro y 20 m de profundidad para instalar sensores de humedad y aceleración en la Torre Central del campus Beauchef. Esto es parte de una investigación pionera en Latinoamérica y en el mundo, que permitirá estudiar el efecto



De izq. a der.: Rodrigo Carreño, Tomás Yáñez, Profesor Rubén Boroschek y Tomás Nuñez.

que tienen las distintas variables atmosféricas y climáticas en las propiedades dinámicas de esta torre de 9 pisos construida en los años 60. El proyecto es un aporte significativo a la técnica de monitorización de salud estructural, de desarrollo incipiente en el mundo.

El proyecto denominado "Structural Modal Parameter Identification Under Varying Soil Foundation Conditions", que utiliza las vibraciones naturales o las generadas por el viento o por sismos, es desarrollado por los memoristas de Ingeniería Civil, Tomás Yáñez, Rodrigo Carreño y Germán Verdugo y por el tesista del programa de Magister en Ingeniería Sísmica Tomás Nuñez. La investigación es conducida por los académicos Rubén Boroschek y Lenart González, del Departamento de Ingeniería Civil y financiada por un proyecto Fondecyt.

Diagnosticar el comportamiento de una estructura bajo cargas operacionales, como gente caminando, conocer las variables que influyen en el comportamiento de una estructura y aquellas que permiten calibrar los modelos matemáticos son algunos de los beneficios que se obtienen al contar con este tipo de instrumentación.

## CONSTRUCCIONES: LOS PACIENTES DE LOS INGENIEROS

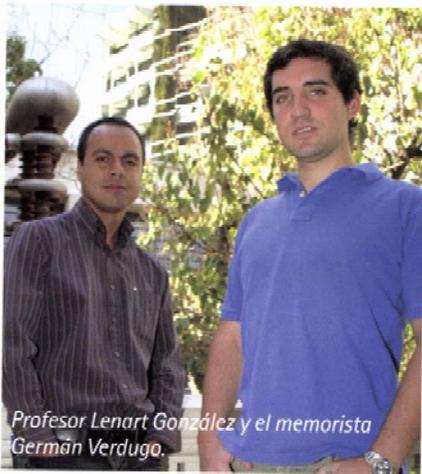
"Los ingenieros pueden conocer la salud de los edificios. Los parámetros dinámicos de las estructuras permiten conocer su estado y su comportamiento para, de esta forma, validar modelos teóricos. Con este análisis se obtienen construcciones y diseños más seguros", señala Tomás Yáñez, uno de los tesistas del proyecto y coordinador del equipo.

Si bien en algunos países es común monitorizar las construcciones, jamás se ha complementado con información proporcionada por sensores que miden aceleración (acelerómetros) y sensores de humedad. Sólo existe una investigación similar, realizada por el California Institute of Technology, que monitorizó la biblioteca Millikan, ubicada en Pasadena. Sin embargo, en aquella ocasión sólo se revisó la estructura utilizando acelerómetros. En ese edificio de hormigón armado los involucrados en el proyecto cuentan que se observaron cambios en la frecuencia natural del edificio (vibración ponderada) asociados a la ocurrencia de fuertes lluvias en febrero del año 2003 (en el Hemisferio Norte). La cantidad

de agua caída en la zona fue de 100 mm en 2 días, incrementando en un 3% la frecuencia natural del edificio.

Actualmente la información entregada por ocho acelerómetros instalados en la Torre Central de la FCFM (dos en el subterráneo, tres en el tercer piso y tres en el octavo), es publicada en tiempo real desde marzo de este año en el sitio Web <http://www.ingcivil.uchile.cl/shm/>. Además se llevará un registro de la humedad del suelo a través de tres sensores situados a 5, 10 y 20 metros de profundidad, labor realizada por el memorista encargado del área de geotecnia, Germán Verdugo.

"Variables como la temperatura o la humedad del suelo son factores que alteran el estado natural de un edificio. Estos instrumentos permitirán



Profesor Lenart González y el memorista Germán Verdugo.

"Variables como la temperatura o la humedad del suelo son factores que alteran el estado natural de un edificio. Estos instrumentos permitirán conocer cuánto afecta a un edificio un año lluvioso, por ejemplo", cuenta Verdugo.

conocer cuánto afecta a un edificio un año lluvioso, por ejemplo", cuenta Verdugo.

## SISMOS Y CAMBIOS

"Después de un terremoto severo, el daño en un edificio podrá ser informado casi en forma instantánea", señala Rubén Boroschek, académico a cargo del proyecto. Éste es el tema de investigación en el que trabaja el memorista Rodrigo Carreño que analizará los datos proporcionados por los distintos instrumentos y que permitirán conocer el estado del edificio luego de un movimiento telúrico. Si bien, el análisis depende de la actividad sísmica, su aporte es clave si se considera el significativo número de sismos que ocurren diariamente en Santiago.

Otro de los factores que pueden alterar la calidad o la salud de una construcción son los cambios que se realizan en la estructura interna de un edificio como derribar paredes o transformar oficinas en salas de estudio. La



Pozo de 20 m.

Torre Central, por ejemplo, durante la década de los 90, fue modificada, las antiguas salas de clases y casinos pasaron a ser oficinas. "Los edificios van cambiando. Las paredes se van deteriorando, aparecen grietas. Un auditorio puede transformarse en una sala de clases. El diseñador inicialmente pensó en un programa para el edificio, sin embargo es interesante ir registrando cómo va cambiando para entender mejor las estructuras", cuenta Tomás Yáñez.

## ¿ALARMA O ALERTA?

Boroschek lleva cerca de trece años trabajando en este tema, tiempo que ve resumido en el trabajo de estos cuatro memoristas. Poder contar con un sistema de alerta en la Torre Central es el nuevo desafío que enfrentarán sus futuros alumnos. "Ya contamos con la instrumentación, ahora queremos establecer los parámetros que nos alerten sobre los distintos estados de la Torre", cuenta el académico.

Texto: Sofía Vargas P.

## Otra experiencia cercana

Tiene 52 pisos, dos helipuertos, 129.500 m<sup>2</sup> y está siendo monitorizada por un equipo de la FCFM. La torre Titanium, la más alta del país, actualmente cuenta con un sistema de control estructural diseñado y realizado

por el tesista del programa de Magister de Ingeniería Sísmica, Tomás Nuñez y coordinado por el académico del Departamento de Ingeniería Civil, Rubén Boroschek.

El proceso constructivo de esta torre fue seguido durante cinco meses en forma continua y con lo que se establecieron correlaciones entre la estructura real y los modelos matemáticos desarrollados previamente.

Se pudo conocer el estado de la estructura, saber cómo cambiaron sus parámetros dinámicos durante el proceso constructivo a partir de la información entregada por los acelerómetros instalados en el piso 20 del edificio. "Durante ese tiempo registramos más de 13 movimientos sísmicos, información que nos sirvió para saber la respuesta del edificio y su comportamiento", cuenta Tomás Nuñez.

