

# Nace el Centro Sismológico Nacional

*Terremoto de 1985, localidad de San Antonio.*



Foto: Meza, behandía, www.onilephoto.com



*El Director de la Red de Acelerógrafos del Depto. de Ingeniería Civil, Rubén Boroschek, y el Director del Centro Sismológico Nacional, Sergio Barrientos.*

A partir de este año estará operativa una de las redes sismológicas más instrumentalizadas de América, a cargo de un selecto grupo de científicos y técnicos de la FCFM. ¿Su misión?, recaudar información sísmica en una de las regiones del mundo con mayor frecuencia de movimientos telúricos y generar una base de datos con cobertura nacional, vital para mejorar los planes de emergencia y las normas sísmicas de construcción en el país.

**Señalar que Chile es uno de los países más sísmicos del mundo no es una novedad.** Menos aún si se considera que en los últimos 450 años ha sido afectado por 45 terremotos destructores, es decir, de magnitud mayor a 7.5, algunos de los cuales originaron maremotos significativos que afectaron gran parte de las costas del Pacífico.

Estos fenómenos naturales no sólo han causado alarma en la población, sino también un fuerte impacto en la economía nacional. Por ejemplo, el terremoto del 3 de marzo de 1985 provocó pérdidas cercanas al 9% del PIB. Precisamente para reducir estas mermas económicas y otorgar mayor seguridad a la población, los diseñadores de infraestructuras necesitan contar

con información sísmica básica del territorio, en especial de las zonas de mayor concentración demográfica y desarrollo económico. Sin embargo, hasta ahora Chile no contaba con una política nacional para la vigilancia sistemática de los fenómenos sísmicos que proporcionara una base de datos de calidad con cobertura nacional, esencial para mejorar las normas de diseño sismorresistente y los planes de emergencia.

### LOS PRIMEROS PASOS

El año 2007 será recordado por los habitantes de Aysén como el año en que una sucesión de sismos de distinta intensidad afectó a la zona durante meses. El más grande de ellos,

de magnitud 6.2 grados Richter, ocurrido el 21 de abril, produjo deslizamientos de tierra que generaron olas de hasta seis metros de altura que al impactar en la costa dejaron a tres personas fallecidas y otras siete desaparecidas.

Ante el preocupante escenario, días más tarde el Ministro del Interior de la época, Belisario Velasco, se reunió con académicos de los Departamentos de Geofísica y Geología y especialistas del Servicio Sismológico para analizar los acontecimientos ocurridos en Aysén. En la reunión, que se llevó a cabo en el campus Beauchef, nuestros expertos explicaron la necesidad de disponer de una red sismológica homogénea a lo largo del país y no distribuida



El Ministro del Interior, Belisario Velasco, junto a los científicos de la FCFM anuncian la creación del Centro Sismológico Nacional.



Estación sismológica con sistema solar y eólico.

sólo en algunas regiones, como la que existía hasta el momento.

La autoridad, entonces, propuso a los investigadores desarrollar una iniciativa tendiente a proveer al territorio nacional del equipamiento óptimo para el seguimiento permanente de la actividad sísmica.

En julio del mismo año, y en representación del grupo de investigadores que trabajó en el tema, el Director Científico del Servicio Sismológico de la FCFM, Sergio Barrientos, y el Director de la Red de Acelerógrafos del Departamento de Ingeniería Civil, Rubén Boroschek, presentaron el proyecto al Ministerio del Interior, el que fue aprobado por tres años y que comenzará a operar durante 2010. Así surgió el Proyecto

Bicentenario, Centro Sismológico Nacional dirigido por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile, el que facilitará la modernización del actual Servicio Sismológico, que en la etapa de transición –alrededor de dos años– actuará como cabecera técnica del proceso. “Esta red contempla la expansión y modernización de los equipos, ya que incluye tanto instrumentos sismológicos como de infraestructura y suelo, utilizados por los ingenieros civiles. Estos instrumentos estarán dispuestos a lo largo de todo Chile”, señala el Director del Centro Sismológico Nacional.

Los primeros pasos para mejorar el equipamiento se gestaron en noviembre de 2006, cuando el Dr. Barrientos y el Jefe del Servicio Sismológico, Carlos Aranda, iniciaron conversaciones con la

Directora de la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), Carmen Fernández, sobre la necesidad de actualizar la instrumentación del Servicio Sismológico tanto en calidad como en cantidad y cobertura. En esa ocasión, la agencia técnica gubernamental manifestó su disposición a apoyar la iniciativa y a promoverla al interior de las autoridades de gobierno, lo que ocurrió meses más tarde.

Integrado por alrededor de 30 profesionales, el Centro tendrá sus oficinas principales en el campus Beauchef de la Universidad de Chile. “Nuestra idea es que, además de las tareas propias de nuestro centro, los estudiantes tengan la oportunidad de trabajar con nosotros, de hacer ciencia y estar en contacto permanente con esta información única que vamos a adquirir”, agrega Barrientos.

## RECURSOS

“Chile presenta condiciones extraordinariamente favorables para la observación y captura de señales geofísicas relacionadas con los procesos de los terremotos, pero requiere de ‘equipamiento mayor’ distribuido a lo largo de todo el país, condiciones logísticas de instalación, mantención, operación y manejo de una base de datos con elevados estándares y grados de accesibilidad que son complejos y costosos”, señala el Dr. Jaime Campos, académico del Departamento de Geofísica de la FCFM y Director del Núcleo Milenio Centro Internacional de Investigación de Terremotos Montessus de Ballore (CIIT-MB).

Considerando estos desafíos, el gobierno decidió entregar a la iniciativa un presupuesto inicial cercano a 18 millones de dólares, que en su mayor parte está destinado a la adquisición de equipamiento, mientras que el resto considera los recursos iniciales para la instalación, operación y mantención del Centro.

## A REGISTRAR

Contar con una red de instrumentos con cobertura nacional es indispensable para realizar una correcta identificación del peligro, la reducción y manejo del riesgo sísmico. Para ello, la Red de Observación Sismológica de este centro tendrá 65 estaciones sismológicas de banda ancha –capaces de registrar tanto sismos locales como aquellos ocurridos a miles de kilómetros y determinar la magnitud de los mismos– 140 estaciones de sistemas de posicionamiento

global (GPS) –las que estarán distanciadas entre 30 y 50 km. a lo largo de la costa, permitiendo identificar las zonas de ruptura de un sismo-, 25 estaciones de medición de temperatura, humedad y presión – que permitirán corregir los retrasos de las señales emitidas por los satélites GPS al pasar por la atmósfera-, 12 redes regionales y dos redes portátiles para apoyo durante crisis sísmicas (40 estaciones sismológicas y GPS). Por otra parte, la Red de Infraestructuras y Suelos que tendrá el Centro, contempla 300 acelerógrafos de superficie y una red portátil.

“Queremos tener una cobertura homogénea en las zonas donde se han generado los grandes terremotos en Chile, desde la Península de Taitao hacia el norte y en la región de la Falla de Magallanes. La idea es ubicar estaciones entre distancias que, en general, no superen los 100 km.”, señala el Dr. Barrientos.

Gran parte de los instrumentos transmitirán sus datos en tiempo real a la central de procesamiento –ubicada en la FCFM- para su análisis y posterior distribución. “En la central instalaremos sistemas automáticos que actúen inmediatamente apenas se comiencen a recibir las señales en los diferentes sensores, por lo que el *software* detectará la ocurrencia de un terremoto y calculará su epicentro. Actualmente este proceso lo realizamos prácticamente a mano, por lo que nos demoramos alrededor de media hora en dar a conocer el epicentro, con el nuevo *software* no debiera ser más de cinco minutos”, indica.

## COLABORACIÓN

Con el objetivo de entablar nexos colaborativos entre distintas instituciones nacionales, el Centro Sismológico Nacional ha establecido una serie de convenios tendientes a potenciar el trabajo multidisciplinario. Entre sus colaboradores se encuentran la Oficina Nacional de Emergencia, ONEMI –agencia técnica gubernamental que ha facilitado la realización del proyecto y a través de la cual se entregan los recursos al Centro-, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, SHOA, el Instituto Geográfico Militar –que hasta ahora han apoyado en la labor de reconocimiento de sitios para instalar equipos- y la Dirección General de Aeronáutica Civil, DGAC.

Un aspecto fundamental del proyecto es el de los sistemas de comunicación. “La DGAC tiene

un rol fundamental en este ámbito, ya que posee un sistema de comunicación muy robusto que enlaza los aeropuertos más importantes de Chile, por lo que muchas de las estaciones de banda ancha, así como los GPS, utilizarán esta vía”, señala el Dr. Sergio Barrientos. El acuerdo entre la FCFM y la DGAC, suscrito en 2008, ha permitido establecer enlaces de comunicación entre la central de procesamiento y las estaciones de Cochrane, Futaleufú, Chaitén, Rocas de Santo Domingo, Antofagasta, Iquique y actualmente estamos haciendo estudios para instalar en Copiapó y Arica”, agrega.

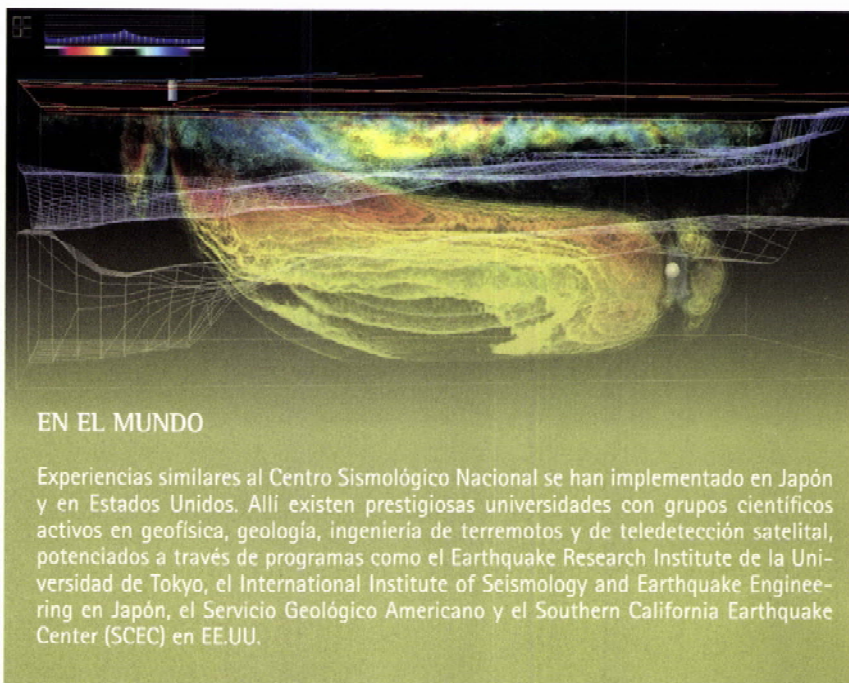
## APORTES PAÍS

Chile, laboratorio natural de sismología, pasará a ser un territorio instrumentalizado que proporcionará los datos necesarios para comprender los procesos sísmicos y sus posibles consecuencias. De esta manera el Centro Sismológico Nacional deberá registrar la actividad sísmica del país de manera uniforme; informar a las instituciones nacionales pertinentes –ante cada evento sísmico de magnitud mayor o igual a 4.7- la ubicación epicentral, área de ruptura, tiempo de origen, magnitud, área de posible daños; asesorar técnicamente a la ONEMI frente a

eventuales peligros asociados a la sismicidad y sus efectos secundarios; proveer de información al SHOA para su Sistema Nacional de Alerta de Maremotos (SNAM); vigilar y proveer información sísmica asociada a 19 volcanes indicados por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN); y proporcionar los datos –obtenidos por los GPS- para que el Instituto Geográfico Militar pueda establecer la Red Geodésica Nacional.

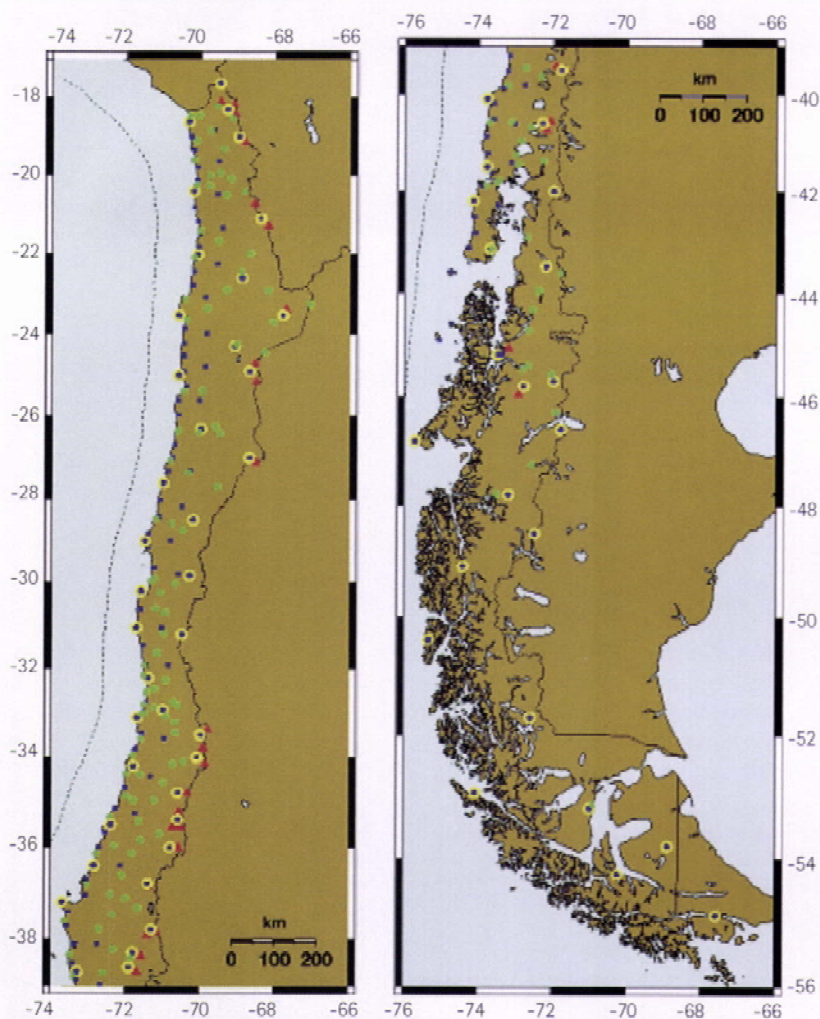
También proporcionará información dirigida a instituciones de gestión del riesgo, población en general, desarrolladores de infraestructura del sector habitacional, comercial, servicios e industrial, instituciones académicas, de planificación, entre otras. “Vamos a distribuir los datos en forma pública, de manera que todos los interesados puedan acceder a ellos. Nuestra intención es trabajar con universidades regionales para que se realicen estudios de las condiciones locales, para lo cual ya tenemos conversaciones avanzadas. Éste es un esfuerzo nacional”, asegura el Director del Centro.

Para el Dr. Barrientos, uno de los principales aportes de la iniciativa se relaciona con la alerta temprana de *tsunami*, aspecto fundamental en Chile por la extensión de su costa y la población que allí se concentra. “Queremos entregarle al



### EN EL MUNDO

Experiencias similares al Centro Sismológico Nacional se han implementado en Japón y en Estados Unidos. Allí existen prestigiosas universidades con grupos científicos activos en geofísica, geología, ingeniería de terremotos y de teledetección satelital, potenciados a través de programas como el Earthquake Research Institute de la Universidad de Tokyo, el International Institute of Seismology and Earthquake Engineering en Japón, el Servicio Geológico Americano y el Southern California Earthquake Center (SCEC) en EE.UU.



**ESQUEMA PRELIMINAR DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS Y REDES:**

- Puntos azules:** Instrumentos GPS.
  - Círculos amarillos:** Equipos sismológicos integrados.
  - Puntos verdes:** Acelerógrafos.
  - Triángulos rojos:** Ubicación de volcanes activos.
- No se indican las estaciones de Isla de Pascua y Juan Fernández.

SHOA la mayor cantidad de antecedentes para que esta institución –ente oficial en la emisión de alertas de este tipo– pueda realizar su evaluación de la manera más precisa posible. Ante esas situaciones es muy importante decir con propiedad si un determinado terremoto puede o no generar un *tsunami*”.

**INFRAESTRUCTURA SEGURA**

En Chile se han identificado algunas fallas tectónicas superficiales que pueden constituir un peligro para las poblaciones aledañas, por lo que deberían ser monitoreadas para definir su peligrosidad. Ésta también será una labor del Centro, que estandarizará la información de modo que se puedan actualizar permanentemente las normas sísmicas de construcción en el país.

Estas reglamentaciones están basadas en los datos obtenidos por los acelerógrafos, instrumentos que ante un sismo registran cómo se mueve el suelo y las fuerzas que se generan sobre las infraestructuras. Sobre la base de esas fuerzas se diseñan los edificios. Desde los años '60 hasta hoy, el único referente nacional en este tema ha sido la Red de Acelerógrafos de la FCFM, cuyos datos son utilizados en la ingeniería sismorresistente y, por tanto, en la mitigación del riesgo sísmico de viviendas, hospitales, represas, comercio, entre otros.

“Vamos a instrumentar, a nivel de terreno, todas las ciudades importantes y adicionalmente tendremos sensores en lugares donde haya gran concentración de población y zonas de desarrollo económico. Esto nos va a permitir un desarrollo sustentable desde el punto de vista de la infraestructura”, señala el Director de la Red de Acelerógrafos de la FCFM, Dr. Rubén Boroschek.

En Santiago se instalarán cerca de 30 instrumentos. Una vez ocurrido un sismo se tendrá de forma automática un mapa de distribución espacial de la intensidad asociada, así como de daño probable. Esto permitirá a la ONEMI conocer las zonas más afectadas y así priorizar las medidas. “No va a haber ciudad de más de 20 mil habitantes que no tenga instrumentos y los polos económicos alrededor de ella también los tendrán”, agrega Boroschek.

Sin embargo, para el académico del Departamento de Ingeniería Civil, éste es sólo el primer paso: “El siguiente es instrumentar infraestructura

## NEXOS

Con el fin de potenciar la colaboración científica en sismología, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile ha establecido acuerdos de cooperación con distintas instituciones internacionales. Desde 2007 mantiene un programa de colaboración científica con Francia, a través del Laboratoire International Associé Montessus de Ballore del CNRS.

También posee convenios con el centro de investigación alemán GeoForschungs-Zentrum Potsdam (GFZ) y el California Institute of Technology (CALTECH) de EE.UU. "En la actualidad se están estableciendo acuerdos similares con la Universidad de Berkeley y con la Universidad de Kyoto en Japón", señala el académico del Departamento de Geofísica de la FCFM, Dr. Jaime Campos.

crítica en el país, como hospitales, puentes, viviendas sociales, represas, etc. y que los datos sean públicos, para garantizar que ese tipo de infraestructura sea la apropiada".

Para el Dr. Boroschek, la creación del Centro Sismológico Nacional resolverá un tema que hasta ahora había sido tratado en forma inadecuada en el país: "las normas se habían realizado con pocos datos". La reglamentación sobre diseño sísmico en Chile se comenzó a formalizar con el terremoto de Talca de 1928. Hoy la reducción del riesgo sísmico se realiza a través de normas del Instituto Nacional de Normalización y a través de requerimientos de diseño especializados.

Gracias a esta información y a pesar de sus limitaciones de cobertura territorial, se ha generado una base de datos fundamental para la elaboración de normas de diseño tales como la de Diseño Sísmico de Edificios (NCh 433 de 1996), Diseño Sísmico de Estructuras e



Instalación de estación GPS en el Norte.

Instalaciones Industriales (NCh 2369 de 2003) y Análisis y Diseño de Edificios con Aislación Sísmica (NCh 2745 de 2003).

"Con los nuevos datos, agrega el académico, podremos crear nuevas normas y mejorar las existentes, lo que va a tener un impacto social y económico importante en el país".

## DESAFÍO CIENTÍFICO

Para el Dr. Jaime Campos, Director del Núcleo Milenio CIIT-MB, el Centro Sismológico Nacional debe ir de la mano de un programa científico que permita su valorización con impacto directo en la ingeniería nacional y en los instrumentos de mitigación del riesgo sísmico. "Esto se logra a través de acciones focalizadas en potenciar la academia, implementación y desarrollo de nuevas líneas de investigación, aumentando el número de investigadores jóvenes en el país y fortaleciendo los programas doctorales", asegura. "Este esfuerzo académico, enfatiza, es una responsabilidad ineludible que la Universidad de Chile debe liderar y asumir, puesto que a nivel nacional es la única institución que tiene la capacidad para cumplir con este imperativo".

El terreno fértil que ofrecerá nuestro país en cuanto a investigación sísmológica será un gran atractivo para los científicos, en especial, para los locales, asegura el Dr. Barrientos: "Vamos a conocer muchísimo sobre cómo se comporta la fuente sísmica, cómo comienzan los terremotos, cómo se distribuye el desplazamiento

en cada una de las fallas. Vamos a adquirir tal cantidad de información que esperamos que en los próximos diez años Chile se conozca en el mundo –a nivel sismotectónico– al igual que Japón, debido a la cantidad y calidad de datos que vamos a producir".

El Centro Sismológico Nacional no sólo será un aporte para el avance de la ciencia sísmológica e ingeniería sismorresistente en el país sino también una fuente de información que, entre sus múltiples aplicaciones, otorgará mayores estándares de seguridad a la ciudadanía. Por ello cobra importancia la obtención de recursos para su mantención. Así lo asegura su Director, Sergio Barrientos: "Una inversión de este tipo, tan útil para el desarrollo del país, no puede ser dejada de lado. Nuestra intención es que en los próximos años sea una ley de la República, es decir, que anualmente se destinen los fondos necesarios para operar y mantener la red". En esta misma línea, el Dr. Rubén Boroschek indica que "sería muy importante atravesar las barreras de los gobiernos y convertirla en una política de Estado, que no cambie cada cuatro años".

Por su parte, para el Dr. Jaime Campos, el hecho de que la Universidad de Chile cobije a un Centro Sismológico Nacional, cuya misión es recabar información, hacerla accesible y útil para su explotación científica y para la ingeniería nacional, "nos pone ante el gran desafío de consolidar aún más la academia y la formación de excelencia de nuestros científicos e ingenieros".

Texto: Ana María Sáez C.