

FUNDACIÓN



ESTADO ACTUAL DE LA INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO.

*Amador Terán*

*Sonia E Ruiz*

*Luis Esteva*

*Edición especial*

CUADERNOS FICA

M É X I C O  
1 9 9 7

**FUNDACIÓN**



ESTADO ACTUAL DE LA INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO.

*Amador Terán*

*Sonia E Ruiz*

*Luis Esteva*

*Edición especial*

**CUADERNOS FICA**

M É X I C O  
1 9 9 7





Derechos Reservados 1997  
Fundación ICA, A.C  
Av. Del Parque 91  
Colonia Nápoles  
C.P. 03810 México, D.F.  
Tel. 669 39 85, 272 99 91 ext. 4000 - 4001

ISBN 968-7508 38-8  
ISSN 1405-387X

Impreso en México.

## ESTADO ACTUAL DE LA INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO.

### *Autores:*

*Amador Teran es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana;*

*Sonia E. Ruiz es Presidenta de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C.;*

*Luis Esteva Maraboto es Profesor Emérito de la Universidad Nacional Autónoma de México.*

### PRESENTACIÓN.

Como resultado de varias reuniones llevadas a cabo entre la Fundación FICA, A.C. y la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C. (SMIS) orientadas a conocer en forma realista lo que sucede en la actualidad con la ingeniería sísmica mexicana y con quienes la ejercen desde distintos puntos de vista, la SMIS formuló y ejecutó un estudio cuyos resultados se plasman en el presente documento.

Para el desarrollo del estudio fue recomendable crear un Comité Técnico formado por profesionales reconocidos que representaban a distintas áreas de aplicación de la ingeniería sísmica, y que amablemente aceptaron ceder parte de su tiempo para opinar sobre este proyecto. Dicho comité quedó constituido por las siguientes personas:

Dr. Luis Esteva Maraboto (Presidente del Comité)

Ing. Amilcar Galindo Solorzano

Ing. Vicente Guerrero Flores

Dr. Roberto Meli Piralla

Ing. José Luis Sánchez Martínez

Ing. Alejandro Vázquez Vera

Este comité sugirió que se llevara a cabo una encuesta como una forma de conocer el estado actual de la ingeniería en México, y dio los lineamientos generales para la formulación de los correspondientes cuestionarios. Estos se presentaron a cuatro grupos de profesionales:

- a) ingenieros de empresas privadas,
- b) ingenieros de dependencias oficiales,
- c) académicos dedicados a la docencia, y
- d) investigadores.

El texto que sigue muestra una diversidad de enfoques, intereses y preocupaciones. Sería imposible hacer justicia a la riqueza de ideas presentadas sin caer en su repetición textual. Por ello, aquí se opta por sintetizar los temas que recibieron más atención, extrayendo sus ideas principales.

El Capítulo 1 consta de una breve introducción, complementaria a esta presentación, y un resumen ejecutivo, con las conclusiones y recomendaciones generales principales del estudio.

Los Capítulos 2 al 5 están organizados de acuerdo con los cuatro grupos de profesionales antes mencionados (incisos a - d). Cada uno de los capítulos consta de varias secciones, las cuales corresponden a las de la encuesta aplicada. Por la interacción que hay entre las distintas secciones fue imposible evitar algunos traslapes entre los contenidos de varias de ellas. En algunos casos los comentarios recibidos se incorporaron en secciones diferentes de aquellas en que se recibieron, cuando se consideró más adecuada la nueva localización.

En el sexto capítulo se analizan en conjunto los comentarios de los distintos grupos de profesionales encuestados, a fin de presentar un panorama general de la situación actual y de la problemática de la ingeniería sísmica en México. También se presentan algunas acciones que se recomienda emprender para tratar de consolidar los logros y superar las limitaciones.

Por fin, en el séptimo, se presentan conclusiones y recomendaciones sintetizadas.

Por el interés por presentar un resumen objetivo y fiel de las opiniones vertidas en la encuesta se incluyeron algunos conceptos que muestran incongruencias o reflejan falta de conocimientos de las personas encuestadas sobre algunos aspectos de la información disponible o sobre los documentos normativos.

Estamos seguros de que estas incongruencias y lagunas se aclararán a medida que haya mayor interacción entre proyectistas, investigadores y docentes, así como con las discusiones en diferentes foros que la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A. C. y la Fundación ICA, A.C. organizarán después de la publicación de este documento. Ambas asociaciones pretenden dar continuidad y seguimiento al presente esfuerzo, realizando un trabajo colegiado continuo en los años venideros.

*Amador Terán, Sonia E. Ruiz, Luis Esteva.*

## RECONOCIMIENTOS

Para la ejecución del proyecto se contó con el valioso apoyo del Instituto de Ingeniería de la UNAM, y del Área de Estructuras de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Para su realización fue muy valiosa la colaboración del Ing. Mauricio Gamboa Marrufo y del M. I. Jorge Aguilar Carboney.

Este documento se debe en gran medida al entusiasmo y vocación de servicio de los siguientes profesionales que contestaron las encuestas realizadas por la SMIS, aportando las ideas fundamentales que aquí se presentan.

Patricia Alarcón Chaires, Leonardo Alcántara Nolasco, Javier Alonso García, Guillermo Alonso Solís, Sergio Alcocer Martínez de Castro, Andrés Aranda, Jorge Arriola Aguilar, Javier Avilés López, Carlos Caballero Badillo, Octavio, Caballero Sámano, José Luis Camba Castañeda, Enrique Covarrubias M., Robertony Cruz, Oscar De Buen y López de Heredia, Jaime De la Colina, Francisco De Pablo, Oscar De la Torre Rangel, Carlos Escudero, Raúl Flores Berrones, José Luis Flores Romay, Amilcar Galindo, Andrés Gama García, Leonardo Gama Medina, Francisco García Jarque, Roberto Gómez Martínez, Oscar González Cuevas, Raúl Granados Granados, Ricardo Guzmán, Saturnino Hernández Reyna, Jesús Iglesias Jiménez, Raúl Izquierdo, Alberto Jaime Paredes, J. Manuel Jara, Jaime Juárez, Julio Labastida Álvarez, Óscar López Bátiz, Alberto López López, Gerardo López Arciga, Alfredo López Gutiérrez, Rafael Martín del Campo, Roberto Meli Piralla, Carlos Javier Mendoza E., Luis Mendoza, Enrique Mendoza Otero, Enrique Mena Sandoval, Eduardo Miranda, Edmundo Moreno Gómez, David Muriá Vilá, José de Jesús Orozco Zepeda, Ricardo Pérez Ruiz, Carlos Ramos Aguilar, Horacio Ramírez de Alba, Alberto Ramírez Piedrabuena, Rafael Rangel González, Alfonso Reyes, José María Rioboó Martín, Mario Rodríguez Rodríguez, Federico Romo Heredia, Luis Salazar Zúñiga, Alberto Salgado Rodríguez, José Luis Sánchez Martínez, Fernando Sánchez, Arturo Tena Colunga, Juan Tejeda Jácome, José Luis Trigos Suárez, Oscar Valle Molina, Fernando Vera, Alejandro Vázquez Vera, Juan Verduzco, Ivan Vilar, Cándido Zamora Cuapio, Fernando Zamorano Bernal,

A todos los anteriores deseamos expresar el agradecimiento personal de los autores, del Comité Técnico del estudio y de las dos asociaciones patrocinadoras: Fundación ICA, A.C. y Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C.



## ÍNDICE

## PRESENTACIÓN

1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO
  - 1.1 Introducción
  - 1.2 Problemas técnicos de ingeniería
  - 1.3 Problemas ajenos a la ingeniería
  - 1.4 Acciones deseables para mejorar la práctica
2. OPINIONES DE INGENIEROS DE EMPRESAS PRIVADAS
  - 2.1 Introducción
  - 2.2 Recursos disponibles
  - 2.3 Perfil técnico  
Normatividad  
Herramientas de análisis estructural
  - 2.4 Medio profesional  
Investigación sobre ingeniería sísmica  
Difusión del conocimiento  
Formación de ingenieros  
Problemas no técnicos
  - 2.5 Acciones deseables
3. OPINIONES DE INGENIEROS DE DEPENDENCIAS OFICIALES
  - 3.1 Introducción
  - 3.2 Recursos disponibles
  - 3.3 Perfil técnico  
Normatividad  
Herramientas de análisis estructural



- 3.4 Medio profesional
    - Investigación sobre ingeniería sísmica
    - Difusión del conocimiento
    - Educación
    - Problemas ajenos a la ingeniería
  - 3.5 Acciones deseables
4. OPINIONES DE PROFESIONALES DEDICADOS A LA DOCENCIA
- 4.1 Introducción
  - 4.2 Recursos disponibles
  - 4.3 Panorama de la educación en México
    - Intercambio académico
    - Matrícula
    - Participación de proyectistas e investigadores en la docencia
    - Actualización del docente
  - 4.4 Cursos sobre ingeniería sísmica
    - Aspectos experimentales y de campo
  - 4.5 Logros y limitaciones de la ingeniería sísmica mexicana
    - Logros
    - Limitaciones
  - 4.6 Acciones deseables
5. OPINIONES DE INVESTIGADORES
- 5.1 Introducción
  - 5.2 Recursos disponibles
  - 5.3 Panorama de la investigación sísmica en México
    - Intercambio académico
  - 5.4 Medio profesional
    - Interacción con ingenieros de la práctica y con estudiantes de posgrado
    - Difusión del conocimiento
  - 5.5 Investigación requerida en México sobre ingeniería sísmica

- Investigación experimental, de campo y analítica
- Normatividad
- 5.6 Logros y limitaciones de la investigación sobre ingeniería sísmica en México
  - Logros
  - Limitaciones
- 5.7 Acciones deseables
- 6. VISIÓN GLOBAL DE LAS OPINIONES RECADADAS
  - 6.1 Recursos disponibles
  - 6.2 Práctica profesional
    - Problemas técnicos
    - Otros problemas
  - 6.3 Investigación
    - Investigación sobre ingeniería sísmica requerida en México
  - 6.4 Educación
  - 6.5 Perfil técnico
    - Herramientas de análisis
    - Normatividad
  - 6.6 Medio profesional
    - Difusión del conocimiento
  - 6.7 Acciones deseables
- 7. COMENTARIOS FINALES
  - Práctica profesional
  - Investigación
  - Difusión
  - Educación
  - Normatividad
  - Intercambio profesional
  - Acciones inmediatas

## 1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La motivación y los objetivos del presente estudio se describen en la Presentación de este documento. Como ahí se asienta, la base de información que se analiza en los capítulos que siguen se obtuvo a partir de una encuesta realizada entre cuatro grupos de profesionales: los que laboran en empresas privadas o en dependencias oficiales, los que destinan al menos parte de su tiempo a la docencia en instituciones de educación superior y los investigadores.

A cada grupo de profesionales se presentó un cuestionario diferente. Los cuatro cuestionarios y un resumen de las respuestas y comentarios correspondientes se presentan en los Apéndices 1 a 4. En estos apéndices los cuestionarios están escritos con letras negrillas.

Enseguida se presenta un resumen ejecutivo de este estudio:

### 1.2 PROBLEMAS TÉCNICOS DE INGENIERÍA

Algunas de las preocupaciones expresadas se refieren a la información y a las herramientas de trabajo disponibles para la práctica cotidiana; otras a los retos de ingeniería más importantes que suelen afrontarse; otras, en fin, a la calidad de los recursos humanos y del desempeño de sus funciones en las etapas de proyecto y ejecución de las obras.

Entre los problemas relacionados con la información y con las herramientas de trabajo pueden mencionarse los siguientes:

- Programas de computadora:

Exceso de confianza en resultados, sin validar la calidad de los modelos; falta de programas para algunos problemas específicos, entre ellos los paquetes para diseño o para análisis con elementos finitos.

- Normas y reglamentos:

Necesidad de especificaciones más claras o más detalladas en relación con algunos temas: fronteras entre zonas sísmicas; factores de reducción por comportamiento no lineal, considerando la irregularidad; torsiones y respuesta tridimensional; incongruencias entre normas mexicanas y otras.

- Relación entre la investigación y la práctica:

En este concepto destaca la escasa y difícil comunicación entre los que realizan investigación y los que trabajan en el proyecto y la realización de las obras. También se identifican algunos conceptos a los que deben dedicarse esfuerzos de investigación o de difusión de conocimientos disponibles. Entre estos se encuentran el comportamiento de cimentaciones, la transmisión de fuerzas entre estructura y cimentación, los empujes sísmicos de suelos, las estructuras sumergidas y los criterios de diseño de estructuras con sistemas reductores de la respuesta sísmica: aisladores de base o disipadores de energía.

Entre los retos de ingeniería que más se citan en las respuestas se encuentran el diseño de conexiones y el refuerzo de estructuras existentes.

Por lo que respecta a la calidad de los recursos humanos con que se cuenta, se expresó bastante preocupación en los siguientes aspectos: escasez de especialistas; falta de capacidad en diseño básico y en estructuración; deficiencias en la supervisión y en el control de calidad, así como en la presentación de informes sobre actividades y estudios de apoyo técnico. La calidad de las obras se ve afectada por la variabilidad de las propiedades de los materiales disponibles

**DISEÑO SÍSMICO EN LOS ESTADOS DE LA REPÚBLICA.** En forma casi unánime se citan los siguientes problemas: falta o vaguedad de reglamentos y normas; discrepancias o incongruencias entre formatos y requisitos técnicos entre diversas entidades; falta de recursos a nivel municipal, para la implantación de normas adecuadas.

**EMPLEO DE MÉTODOS MÁS SOFISTICADOS QUE LOS ESPECIFICADOS EN LAS NORMAS.** Las condiciones en que suelen aplicarse los métodos citados son las siguientes: para estructuras de tipos no cubiertos con precisión en las normas; para revisar estructuras que han sido sometidas a temblores intensos; para sistemas muy irregulares y para estructuras especiales, como revestimientos de túneles en suelo blando. Se manifestó la conveniencia de formular criterios de diseño "menos simplistas" para estructuras irregulares. Por otro lado, se sugiere "acotar la aplicabilidad" de elementos disipadores de energía.

**NECESIDAD DE EMPLEAR HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS MÁS SOFISTICADAS QUE LAS ACTUALES.** La opinión general es que estas herramientas no se requieren para las estructuras ordinarias, pero sí para las especiales. Sin embargo, algunos piensan que, dadas las incertidumbres sobre las características del movimiento del terreno y sobre los coeficientes sísmicos que deben adoptarse, no se justifica la adopción de métodos más refinados que los actuales. Algunos opinan que el empleo de tales herramientas debe



estimularse, pero no hacerse obligatorio, y otros hablan de divulgar las condiciones en que es conveniente. Entre los refinamientos propuestos se mencionan el establecimiento obligatorio de análisis dinámico para alturas menores de 60m, el empleo de factores de ductilidad diferentes en diversas partes de la estructura (para lo cual sería necesario, en muchos casos, realizar análisis paso-a-paso), y el diseño plástico, aunque se menciona que no se cuenta con las herramientas de cálculo necesarias. Se habla de la necesidad de incrementar la publicación de temas relacionados con problemas prácticos en las revistas técnicas.

Se opinó que es más importante mejorar la sensibilidad de los ingenieros a los procedimientos de diseño y detallado que impulsar métodos de análisis más sofisticados.

**NECESIDADES DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES.** Aunque se sale del tema, la opinión más frecuentemente expresada es que deben revisarse, tal vez simplificando radicalmente, las normas para diseño para cargas de viento.

Otros conceptos que se mencionaron con frecuencia son la falta de precisión de algunas especificaciones, y la necesidad de ejemplos ilustrativos sobre su aplicación. Tal es el caso, por ejemplo, del diseño de apéndices, la definición de centro de rigideces, la interacción suelo-estructura, los análisis paso-a-paso y los efectos P-delta. También se hicieron comentarios sobre la conveniencia de contar con dos niveles de normas: unas simples, para ciertos casos, y otras refinadas.

Se manifestaron dudas sobre los requisitos de detallado y conexiones para estructuras diseñadas para  $Q=4$ , y se consideró que la reducción de  $Q$  por efecto de irregularidad puede ser insuficiente para estructuras que posean a la vez diversos tipos de irregularidades.

Por fin, se manifestaron inquietudes sobre la forma de definir espectros específicos de sitio.

**RELACIÓN ENTRE PROYECTO Y OBRA.** Las estructuras importantes se construyen con apego a los proyectos. En las pequeñas son frecuentes los descuidos. Las deficiencias de diseño y construcción son más frecuentes que lo deseable, usualmente por conflictos de intereses o por las presiones para reducir plazos y abatir costos. En no pocas ocasiones las deficiencias en la obra se deben a la mala preparación de los residentes, a su desconocimiento de los reglamentos y normas o a la falta de asignación de recursos a labores de supervisión. A veces los problemas se deben a que los planos de los proyectistas no son suficientemente explícitos.



**INFRAESTRUCTURA DE INVESTIGACIÓN.** Algunas de las respuestas se refieren a las características del sistema de investigación y a su vinculación con la práctica; otras, a temas que requieren de estudio.

En el primer grupo destacan la necesidad de hacer crecer el número de investigadores, principalmente en provincia, difundir mejor sus resultados, trabajar en áreas de más interés en la práctica y dedicar esfuerzos a proyectos con visión futurista. Por otra parte se critica el énfasis en publicar internacionalmente, a costa de reducir el interés en tener impacto sobre las necesidades de nuestros ingenieros. Esta crítica deja de lado una de las misiones de nuestros investigadores, que es la de impulsar nuestra ingeniería a los más elevados niveles tecnológicos; para ello no basta con responder a las necesidades de corto plazo: se requiere de visión futurista y apertura a la crítica de los líderes internacionales.

Los temas a los que se sugiere dedicar esfuerzos de investigación se pueden agrupar como sigue: riesgo sísmico, zonificación y microzonificación; respuesta no lineal y comportamiento estructural; interacción suelo-estructura; análisis de estructuras mixtas y de otras que han recibido poca atención, tales como puentes, túneles, losas postensadas, miembros de acero de alma abierta. También se mencionan los problemas de evaluación y refuerzo de estructuras existentes, el comportamiento de mampostería reforzada y el de elementos no estructurales. Además, se insiste en la necesidad de establecer criterios claros de diseño para sistemas con elementos aisladores de base y con disipadores de energía.

**DIFUSIÓN DE CONOCIMIENTOS.** Casi todas las oportunidades de educación continua se ofrecen en la ciudad de México. Es indispensable diversificar los lugares en donde se ofrecen cursos de actualización profesional. Hacen falta cursos prácticos, con énfasis en estructuración y detalle. Se requieren más cursos a cargo de ingenieros de la práctica. Faltan libros y revistas dedicados al proyectista profesional. En particular, la revista de la SMIS debería incluir ejemplos prácticos de diseño, con suficiente detalle, al alcance de proyectistas típicos. En un caso se manifestó la opinión de que a partir de 1985 ninguna investigación importante se ha reflejado en reglamentos de diseño y construcción.

**EDUCACIÓN.** En general, la preparación en Ingeniería Sísmica de los ingenieros a nivel de licenciatura es escasa. Se sugiere incorporar una materia obligatoria sobre esta disciplina. Algunos opinan que en los programas de estudio a nivel de maestría no se toman en cuenta las necesidades de los proyectistas; se desarrolla habilidad para manejar programas de computadora, pero no comprensión de los problemas de ingeniería. Se enfatiza el análisis; se descuida el estudio del comportamiento y la estructuración.

A pesar de lo anterior, se considera ventajosa la participación de ingenieros con formación de posgrado en los proyectos, y se propone como deseable que en los proyectistas del futuro posean posgrado. Se necesita incorporar en la formación el desarrollo de sensibilidad hacia aspectos económicos.

### 1.3 PROBLEMAS AJENOS A LA INGENIERÍA

Entre estos, el principal es la escasez de tiempo y recursos económicos que en general pueden dedicarse a los proyectos. Contribuyen a esto el poco interés de los clientes por aplicar tecnologías eficientes a largo plazo; su interés se centra en la minimización de costos iniciales, a costa de calidad y eficiencia. Además, se rechaza la necesaria robustez de las estructuras en las zonas de alta sismicidad.

No se cuenta con suficiente personal técnico con la preparación adecuada. En parte, esto se debe a la dificultad para ofrecer remuneraciones adecuadas, lo que se acentúa como consecuencia de los ciclos alternados de altas y bajas de volumen de trabajo.

Los criterios de asignación de obras mediante concursos basados exclusivamente en los costos mínimos, incluidos en la ley de obras públicas, desalientan los esfuerzos por elevar la calidad de las obras.

### 1.4 ACCIONES DESEABLES PARA MEJORAR LA PRÁCTICA

La primera es mejorar la formación de los ingenieros, desde el nivel de licenciatura, incluyendo los aspectos básicos. También se requiere acrecentar su conciencia sobre su responsabilidad en la seguridad estructural.

A nivel estatal y municipal, es indispensable mejorar el nivel del personal técnico, y convencerlo de la importancia de establecer y mantener actualizados criterios y prácticas confiables para diseño y construcción. Las delegaciones de la SMIS podrían constituir un recurso valioso en esta labor.

Deben dedicarse esfuerzos a definir con mayor claridad las zonificaciones sísmicas, los criterios de diseño, las hipótesis en que se basan, así como a plantear los estudios necesarios para corregir limitaciones y llenar lagunas. Conviene unificar los formatos de los reglamentos y tender a las versiones menos sofisticadas compatibles con las características de las obras a las que se aplicarán. Por otra parte, se sugiere adoptar criterios de diseño basado en desempeño.

Los investigadores deberían tener más contacto con la práctica, y establecer objetivos que tiendan a mejorarla.

Finalmente, se recomienda revisar los criterios de asignación de proyectos de obra pública.

OBSERVACIONES GENERALES. La mayor parte de los comentarios que siguen se presentaron en secciones anteriores. Otros son complementarios. En general, pueden tomarse como conclusiones y recomendaciones a nivel general.

Es necesario incrementar los programas de actualización de ingenieros después de graduados. Debe motivarse a los estudiantes hacia la especialidad de Ingeniería Sísmica, haciéndola atractiva.

Se insiste en la conveniencia de mejorar la preparación del personal técnico de estados y municipios. Se le debe apoyar en la preparación e implantación de documentos normativos, en la investigación sobre parámetros locales, tanto de peligro sísmico como de características de las construcciones. Se debe enseñar autoconstrucción con medios y recursos locales.

Deben crearse más centros de investigación y desarrollo. Deben divulgarse los resultados de las investigaciones en forma clara para las aplicaciones prácticas. Debe estimularse la interacción entre investigadores y proyectistas, en relación con proyectos específicos, no únicamente en congresos.

Deben elaborarse y difundirse documentos sobre estado del arte en diversos temas.

## 2. OPINIONES DE INGENIEROS DE EMPRESAS PRIVADAS

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se presenta un análisis e interpretación de las respuestas de 26 ingenieros que laboran en empresas privadas, 18 de ellos ejercen en el D.F. y ocho en provincia. El grupo entrevistado está formado en general por ingenieros de alto nivel técnico. La mayoría de los ingenieros entrevistados se dedican, de manera simultánea, al diseño sísmico de obras de infraestructura, de edificación de todo tipo, y de naves industriales y centros comerciales. Un alto porcentaje tiene como actividades relevantes la supervisión y dirección de obra, mientras que otro amplio grupo comenta la importancia que adquirieron, a partir de 1985 la evaluación y la rehabilitación estructural.

Un concentrado de las respuestas dadas por los proyectistas particulares se presenta en el Apéndice 1, tanto para documentar la interpretación que aquí

se presenta, como para permitir que el lector alcance sus propias conclusiones.

Algunas de las preocupaciones expresadas en este capítulo se refieren a los retos de la ingeniería más importantes que suelen enfrentarse; otros, a la información y a las herramientas de trabajo disponibles para la práctica cotidiana; y otras, en fin, a la calidad de los recursos humanos y del desempeño de sus funciones en las etapas del proyecto y ejecución de las obras.

El presente capítulo se divide en los siguientes subcapítulos: recursos disponibles (referente a recursos humanos, materiales y empresas de consultoría); perfil técnico (en donde se habla del diseño sísmico en el Distrito Federal y en los estados, normatividad, análisis y diseño estructural); y medio profesional (en donde se trata sobre la interacción del proyectista con los otros sectores que conforman la comunidad de ingeniería sísmica en México y la sociedad en general). Este capítulo culmina con las acciones que deben emprenderse, según a la visión del proyectista, en respuesta al diagnóstico realizado.

## 2.2 RECURSOS DISPONIBLES

De la interpretación de las respuestas resumidas en el Apéndice 1, es posible concluir que, a pesar de las deficiencias identificadas, en general el ingeniero de empresas privadas tiene acceso a recursos humanos y materiales que le permiten ejercer su profesión sin limitaciones severas conforme a lo siguiente:

Prácticamente de manera unánime, el profesional citado siente que su personal administrativo es lo suficientemente competente para manejar las necesidades de su empresa. En lo que se refiere a su personal técnico, el panorama no es tan halagüeño, ya que cerca de una tercera parte de los entrevistados en el D.F. piensan que su personal técnico no es adecuado conforme a sus necesidades. Si se toma en cuenta el alto nivel técnico de los entrevistados, es posible especular que la situación con el personal técnico debe ser más deficiente en despachos de cálculo de menos prestigio. Por medio de sus comentarios, los proyectistas muestran preocupación por los siguientes aspectos: escasez de especialistas; falta de capacidad en diseño básico y en estructuración. Asimismo, varios de ellos indican que es difícil contratar y retener personal de buen nivel con los salarios que actualmente se pagan.

La encuesta también refleja el sentir casi unánime del proyectista en cuanto a que el equipo de cómputo, programas de computadora, equipo de laboratorio y de campo con los que cuenta son adecuados conforme a las



necesidades de su empresa. Sin embargo, en lo que se refiere a los dos últimos rubros, se aprecian circunstancias más adversas en los estados, ya que aquí el proyectista considerara inadecuados sus equipos de laboratorio y de campo.

Algunas de las actividades que han asumido los proyectistas después del sismo de 1985 se ven reflejadas en las respuestas de algunos de los entrevistados. Por ejemplo, algunos de estos consideran necesario contar con equipo de instrumentación y revisión estructural que les permita evaluar las propiedades dinámicas y características mecánicas de estructuras existentes.

Finalmente, los comentarios de algunos de los entrevistados se refieren a que existen pocos programas de computadora para el diseño de estructuras especiales.

Aunque la mayoría de los entrevistados considera adecuados los servicios que les prestan las empresas consultoras que los apoyan, no deja de ser indicativo que una tercera parte de ellos califica a estos servicios como inadecuados. La problemática parece no estar asociada exclusivamente a la calidad, ya que algunos proyectistas comentan que sería deseable contar con más servicios de ingeniería. La desconfianza que varios proyectistas tienen en cuanto a la calidad del trabajo del profesional o empresa consultora se refleja en un par de comentarios: a) es importante revisar cuidadosamente el trabajo del consultor e inclusive trabajar cercanamente con él; b) el nivel técnico de los miembros de estas empresas por lo general es bueno, pero en muchos casos no tienen tiempo para supervisar directamente todos los trabajos bajo su responsabilidad.

### 2.3 PERFIL TÉCNICO

En general el proyectista de empresas privadas considera que las herramientas y normatividad con las que trabaja son adecuadas dentro del contexto de su práctica; sin embargo, deja entrever varias limitaciones importantes en este respecto, como es la falta de normatividad adecuada en los estados, la falta de normatividad para estructuras y sistemas estructurales especiales a los que se enfrenta cada vez con mayor frecuencia (como es el caso de la rehabilitación estructural, edificios con disipadores de energía, túneles y puentes), y las dificultades prácticas y técnicas que enfrenta para diseñar estructuras dúctiles (correspondientes a coeficientes de comportamiento sísmico  $Q = 4$ ).

Por otro lado, muchos de los proyectistas comentan la falta de comunicación entre investigadores y ellos, y la necesidad de que la normatividad refleje sus necesidades y opiniones.



Además, fue posible identificar un carácter progresista en varios de los entrevistados, ya que a pesar de su aparente satisfacción con las herramientas y normatividad que usan, la mayoría de estos consideran deseable introducir mejores métodos de análisis estructural, mientras que casi por unanimidad se considera necesario mejorar los métodos actuales de diseño y detallado. También es importante notar la madurez con que los proyectistas vislumbran los cambios que identifican como deseables, ya que muchos de sus comentarios los hacen en el sentido del cuidado que debe ponerse en la actualización de herramientas y metodologías de diseño.

Lo anterior se trata con mayor detalle en los siguientes incisos:

**NORMATIVIDAD.** Como parte de su práctica profesional, los proyectistas que radican en el D.F. intervienen en el diseño sísmico de estructuras en diferentes estados y ciudades de la República Mexicana. Aquellos que han tenido la oportunidad de diseñar en diferentes regiones identifican, casi por unanimidad, la dificultad para obtener o interpretar reglamentos de diseño concebidos específicamente para las diferentes regiones.

Un gran porcentaje de los entrevistados comenta la falta, ambigüedad y/o obsolescencia de normatividad en varias regiones de México. En otros casos el reglamento no se aplica aunque exista. Para superar este problema, el proyectista de empresas privadas recurre constantemente a aplicar o adaptar reglamentos concebidos para otros lugares (por lo general, el del D.F.), y en algunos casos, al Manual de Obras Civiles de la CFE. Varios de los entrevistados comentan que el Manual de la CFE presenta discrepancias importantes con la reglamentación local (cuando esta existe).

Las respuestas sugieren que, por lo general, el proyectista con base en el D.F. aplica fielmente las especificaciones técnicas de su reglamento o normas complementarias. También se indica que en ocasiones deben recurrir a métodos de análisis, diseño o detallado más elaborados o completos que los prescritos por el Reglamento del D.F. Una de estas circunstancias se da para el diseño de estructuras complejas o muy importantes. Otra circunstancia importante se da para el diseño de estructuras o sistemas estructurales para los cuales no existe normatividad (rehabilitación sísmica, disipadores pasivos de energía, puentes o túneles). Un comentario interesante al respecto es que el proyectista tiene que recurrir cada vez mas a mejores métodos que los sugeridos por la reglamentación actual, debido a las exigencias de los arquitectos en cuanto al diseño de estructuras caprichosas. Para otros proyectistas, el recurrir a estas metodologías es más que nada un estilo de trabajo. Otros comentan sobre la poca remuneración económica para este tipo de trabajo.

Las respuestas también sugieren que el proyectista de los estados enfrenta problemas totalmente diferentes. Por ejemplo, un porcentaje importante de ellos no aplica la normatividad local (cuando la hay) tal vez en respuesta a su preocupación sobre sus limitaciones.

El proyectista particular considera que las especificaciones técnicas actuales de diseño y detallado son adecuadas conforme a las necesidades de su práctica. Sin embargo, y a diferencia de los proyectistas de los estados, la mayoría de los proyectistas con base en el D.F. identifican varias especificaciones técnicas de su normatividad local que imponen requerimientos irreales o demasiado complicadas para su aplicación práctica. Además, el proyectista del D.F. encuentra que varias de estas especificaciones le son demasiado vagas. Por ejemplo, varios proyectistas comentan acerca de la dificultad de satisfacer las especificaciones de detallado y conexiones para estructuras diseñadas con un factor  $Q$  de 4, y la consecuencia de esto, que consiste en terminar diseñando las estructuras con las especificaciones para un  $Q$  de 2. Varios proyectistas identifican la necesidad de aclarar el concepto de factor de comportamiento sísmico y su definición de acuerdo con las características de la estructura.

Por otro lado, se consideró que la reducción de  $Q$  por efecto de irregularidad puede ser insuficiente para estructuras que posean a la vez diversos tipos de irregularidades.

Otros conceptos que se mencionaron con frecuencia son la falta de precisión de algunas especificaciones, y la necesidad de ejemplos ilustrativos sobre su aplicación. Tal es el caso, por ejemplo, del diseño de apéndices, la definición del centro de rigideces, la interacción suelo-estructura, los análisis paso-a-paso y los efectos P-Delta. También se hicieron comentarios sobre la conveniencia de contar con dos niveles de normas: unas simples, para ciertos casos, y otras refinadas.

Por fin, se manifestaron inquietudes sobre la forma de definir espectros específicos de sitio.

Aunque se sale del tema, una opinión frecuentemente expresada es que deben revisarse, tal vez simplificando radicalmente, las normas de diseño para cargas de viento.

**HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.** Por otro lado, el sentir casi unánime de los proyectistas entrevistados es que las herramientas de análisis estructural que tiene disponibles son adecuadas a sus necesidades. A partir de sus experiencias con métodos de análisis dinámico, es también generalizado su sentir de que este tipo de análisis es esencial para su práctica profesional. A pesar de esta satisfacción casi unánime con sus herramientas actuales, un

porcentaje importante de los entrevistados comenta acerca de la necesidad de aclarar el uso de dichas herramientas en estructuras irregulares, y la mayoría de ellos considera importante y/o conveniente el uso de herramientas de análisis más elaboradas para los casos menos comunes.

Es decir, la opinión general es que estas herramientas no se requieren para las estructuras ordinarias, pero sí para las especiales. Sin embargo, algunos piensan que, dadas las incertidumbres sobre las características del movimiento del terreno y sobre los coeficientes sísmicos que deben considerarse, no se justifica la adopción de métodos más refinados que los actuales. Algunos opinan que el empleo de tales herramientas debe estimularse, pero no hacerse obligatorio, y otros hablan de divulgar las condiciones en que esto es conveniente. Entre los refinamientos propuestos se mencionan el establecimiento obligatorio de análisis dinámico para alturas menores de 60 m, el empleo de factores de ductilidad diferentes para diversas partes de la estructura (para lo cual sería necesario, en muchos casos, realizar análisis paso-a-paso), y el diseño plástico, aunque se menciona que no se cuenta con las herramientas de cálculo necesarias.

Se opina también que es más importante mejorar la sensibilidad de los ingenieros a los procedimientos de diseño y detallado, que impulsar métodos de análisis sofisticados.

Varios proyectistas comentan que actualmente existe demasiada confianza en los resultados obtenidos de programas de computadora y que podría ser que los modelos analíticos usados en dichos programas no representen adecuadamente a la estructura.

Otras especificaciones que causan preocupación al proyectista son aquellas que tratan con el suelo y su interacción con la estructura. Algunas otras especificaciones identificadas por los proyectistas se resumen en el concentrado del Apéndice 1, pregunta Núm. 5

Aunque la mayoría de proyectistas consideren adecuadas las especificaciones de diseño y detallado, esta opinión va acompañada por una percepción casi unánime de que sería deseable mejorarlas. Varios de los entrevistados considera que un paso importante en esta dirección consiste en hacerlos más explícitos en cuanto al contexto de su uso y limitaciones. Varios otros comentan que sería deseable su simplificación para estructuras sencillas y regulares, aclarando para qué casos se podría simplificar. Algunos proyectistas comentan la necesidad urgente de mejorar los métodos de detallado, incluyendo el de las conexiones; y de eliminar los vicios de detallado existentes en el medio.

También se identificó la conveniencia de que todas las mejoras propuestas surjan de la interacción entre quien proyecta estructuras y quien formula reglamentos y normas.

#### 2.4 MEDIO PROFESIONAL

En esta sección se analiza el medio profesional en que se desarrolla la práctica del proyectista particular. Dicho medio se caracterizara aquí según la naturaleza de la interacción entre el proyectista y las personas que directa o indirectamente afectan su práctica, así como en términos de los problemas que encuentra en la realización de sus proyectos estructurales. El análisis de las respuestas de los proyectistas deja muy en claro la falta de comunicación entre las partes, las consecuencias adversas de esto, y su deseo por mejorarlas. Como se verá en el resto de este capítulo, el proyectista considera que muchas de estas circunstancias solo pueden resolverse mediante un esfuerzo conjunto de todos los que integramos la comunidad mexicana de ingeniería sísmica, que nos permita mejorar nuestra habilidad de comunicarnos eficientemente entre nosotros y con la sociedad en general.

A diferencia de los proyectistas de los estados, la mayoría de los proyectistas con base en el D.F. considera que la práctica constructiva mexicana resulta en estructuras que no reflejan adecuadamente su proyecto estructural. El proyectista considera que, en orden de importancia, la responsabilidad de esto recae en el constructor, la inspección y el proyectista mismo. En menor proporción, el proyectista considera que el propietario, el arquitecto y la normatividad actual juegan un papel importante en esta problemática.

De la encuesta se deduce el sentir del proyectista acerca de la falta de capacitación de una gran cantidad de constructores y residentes, de su desconocimiento de los reglamentos y normas o de la falta de asignación de recursos a labores de inspección. Las deficiencias de diseño y construcción son más frecuentes que lo deseable, usualmente por conflicto de intereses o por presiones para reducir plazos y abatir costos. A veces los problemas se deben a que los planos de los proyectistas no son suficientemente explícitos.

También se muestra una preocupación muy marcada por la falta de garantías de que se lleve a cabo una supervisión técnica independiente y adecuada. En este contexto es necesario destacar que varios proyectistas sienten que cuando se hace un esfuerzo y se invierte lo suficiente para garantizar una construcción y supervisión adecuadas, se logra una calidad de construcción excelente. Por desgracia, también piensan que esto no sucede tanto como sería deseable.



Como parte de las soluciones que el proyectista concibe para resolver los problemas anteriores, destacan las siguientes: formular normas para regular las actividades del constructor y su interacción con el proyectista; garantizar la existencia de una supervisión técnica que se lleve a cabo de manera independiente de la administrativa; desarrollar nuevos procesos y tecnologías de construcción; y mejorar la educación y la concientización del constructor. Otras propuestas se presentan en el concentrado del Apéndice 1, pregunta Núm.6

**INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA.** Los comentarios siguientes se refieren a opiniones relacionadas con la investigación sobre ingeniería sísmica en México.

Cerca de dos terceras partes de los proyectistas con base en el D.F. consideran que la infraestructura nacional de investigación es adecuada para satisfacer las necesidades básicas de investigación y desarrollo de tecnología en el país. Esta apreciación contrasta la de los proyectistas de los estados, que consideran que dicha infraestructura es inadecuada.

La mayoría de los proyectistas entrevistados considera que los investigadores y académicos contribuyen mucho a la mejoría de su práctica profesional, y un poco más de la tercera parte califica esta contribución de regular a poca. Es posible concluir que a pesar del sentimiento generalizado en cuanto a las contribuciones de los investigadores a la práctica, es el sentir de varios proyectistas que su relación con los investigadores está poco articulada.

Uno de los proyectistas entrevistados, opina que desde 1985 los investigadores mexicanos no han contribuido a mejorar de manera importante la práctica profesional. Otro proyectista identifica una razón probable: según él, existen políticas nacionales equivocadas para evaluar el trabajo del investigador, las que lo estimulan a tratar de publicar en revistas internacionales en lugar de preocuparse por mejorar la práctica nacional.

Algunas de las respuestas de la sección que sigue se refieren a las características del sistema de investigación y a su vinculación con la práctica; otras, a temas que requieren de estudio.

En el primer grupo destaca la necesidad de hacer crecer el número de investigadores, principalmente en los estados; difundir mejor sus resultados; trabajar en áreas de más interés en la práctica y dedicar esfuerzos a proyectos con visión futurista. Por otra parte, se critica el énfasis en publicar internacionalmente, a costa de reducir el interés en tener impacto sobre las necesidades de nuestros ingenieros. Las críticas a la política de estimular la publicación internacional, sin embargo, parecen ignorar los beneficios de desarrollar en nuestros investigadores una visión futurista y una actitud abierta



a la crítica internacional, indispensables para realizar su misión de impulsar nuestra ingeniería a los más elevados niveles tecnológicos.

Los temas a los que se sugiere dedicar esfuerzos de investigación se pueden agrupar como sigue: riesgo sísmico, zonificación y microzonificación; respuesta no lineal y comportamiento estructural; interacción suelo-estructura; análisis de estructuras mixtas y de otras que han recibido poca atención, tales como puentes, túneles, losas postensadas, miembros de acero de alma abierta. También se mencionan problemas de evaluación y refuerzo de estructuras existentes, comportamiento de mampostería reforzada y de elementos no estructurales. Además, se insiste en la necesidad de establecer criterios claros de diseño para sistemas con elementos reductores de la respuesta sísmica (disipadores de energía y aisladores de base). Otras inquietudes de los proyectistas al respecto se resumen en el concentrado del Apéndice 1, pregunta Núm. 7.

**DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO.** La mitad de los proyectistas entrevistados considera inadecuado el nivel de difusión a nivel nacional sobre los avances en ingeniería sísmica. Este sentimiento se hace casi unánime cuando se les pregunta si consideran que los artículos escritos por académicos les son de provecho o si para ellos son entendibles.

Algunos de los comentarios hechos por los proyectistas reflejan el divorcio entre el investigador como difusor del conocimiento y el proyectista. Por ejemplo, un proyectista de amplio prestigio nacional e internacional comenta que las publicaciones que se han hecho recientemente son difíciles de asimilar (aún en el caso de libros de texto!). Otros, identifican la necesidad de que se publiquen más artículos con sentido práctico en revistas de buen nivel, y que los mismos proyectistas contribuyan más a este tipo de publicaciones. En particular se sugirió que la Revista de Ingeniería Sísmica que edita la SMIS debería incluir ejemplos prácticos de diseño, con suficiente detalle, al alcance de los proyectistas.

En cuanto a sus esfuerzos por acceder a dichos avances por otros medios, la encuesta refleja que la mayoría de los proyectistas entrevistados han asistido recientemente a cursos de educación continua y a congresos nacionales o eventos similares. La apreciación del proyectista en cuanto a que si es adecuada la frecuencia y nivel con que se organizan estas actividades es diametralmente opuesta: en el caso de los cursos de educación continua existe un sentimiento de que no se imparten con la cantidad ni con la calidad deseadas. Se opinó que es indispensable diversificar los lugares en donde se ofrecen cursos de actualización profesional con énfasis en cursos prácticos orientados a estructuración y detalle, impartidos por ingenieros de la práctica. En general existe una buena impresión de la organización y del nivel técnico de los congresos nacionales sobre ingeniería sísmica.

Por otro lado, la mayoría de los proyectistas (con mas énfasis en el caso de los proyectistas de los estados) sienten que el país no cuenta con suficientes bancos de información, y que los pocos que existen están centralizados en el D.F. Se comenta la dificultad para tener acceso a los datos y la conveniencia de educar al proyectista en cuanto a su uso y ubicación.

**FORMACIÓN DE INGENIEROS.** La mayoría de los ingenieros entrevistados (con mayor énfasis por parte de los de los estados) considera que la educación en México no contempla las necesidades de su práctica profesional. Sin embargo, esta apreciación depende mucho del grado académico del egresado de las instituciones nacionales de educación superior, conforme a lo siguiente: casi por unanimidad se considera inadecuado el nivel técnico sobre ingeniería sísmica de los egresados de programas de licenciatura, mientras que casi por el mismo margen se considera adecuado dicho nivel del egresado de programas de posgrado. Es interesante notar que, a pregunta específica, la mayoría de los proyectistas considera que una manera de subsanar las deficiencias identificadas consiste en mejorar la educación básica del estudiante.

Algunos opinan que en los programas de estudio a nivel maestría no se toman en cuenta las necesidades de los proyectistas; se desarrolla habilidad para manejar programas de computadora, pero no la de comprender los problemas de ingeniería. Se enfatiza el análisis; se descuida el estudio del comportamiento y la estructuración.

Un gran número de proyectistas manifestaron que la materia de ingeniería sísmica debería incorporarse como obligatoria a nivel licenciatura.

En cuanto al número de estudiantes egresados de los programas de licenciatura, cerca de dos terceras partes de los proyectistas entrevistados consideran que dentro de las circunstancias actuales este número es adecuado conforme a las necesidades de su empresa. Con un margen similar, los proyectistas con base en el D.F. consideran que el número de egresados de programas de posgrado es adecuado; sin embargo, este no es el caso de proyectistas de los estados en donde se identifica falta de recursos humanos con este nivel de preparación.

Todos los proyectistas entrevistados comentan haber incorporado o contemplado la incorporación de ingenieros con posgrado en algunos de sus proyectos estructurales. Sin embargo, cuando se les pregunta si es posible incorporarlos de tiempo completo a su empresa, cerca de la mitad de los proyectistas entrevistados responde negativamente. Un porcentaje importante de los entrevistados nota que la situación económica es un elemento crítico para hacer posible dicha incorporación, y que la actual no se presta para esto. Algunos proyectistas comentaron que los ingenieros con posgrado son

parte esencial y de gran importancia en el buen funcionamiento de su empresa.

Varios proyectistas comentan la necesidad de enfatizar la enseñanza básica del diseño y detallado sísmico en las instituciones de educación superior. Enfatizando una vez mas sus necesidades inminentemente prácticas, el proyectista particular considera muy importante y conveniente la creación y el fomento de especializaciones y diplomados con enfoques prácticos. Finalmente, se identifica la preocupación por el hecho de que la mayoría de jóvenes brillantes están optando por el estudio de otras carreras, en detrimento de la formación de ingenieros estructurales de alta calidad.

**PROBLEMAS AJENOS A LA INGENIERÍA.** Además de las preocupaciones propias del medio ingenieril donde se desenvuelve, el proyectista se enfrenta a serios problemas en su interacción con personas fuera de este medio. La mayoría de los entrevistados identifican dos tipos de problemas que son de relevancia para su práctica profesional: aquellos que surgen por la falta de entendimiento del problema sísmico por parte de la gente con la que trata fuera del medio ingenieril (arquitecto, constructor, propietario y la sociedad en general); y aquellos que se derivan de una economía inestable. La primera serie de problemas lo presionan a tratar de formular soluciones técnicas a problemas que no se plantean adecuadamente, mientras que la segunda le obliga en muchos casos a ejercer su profesión en condiciones económicamente inciertas y hasta adversas. Otros problemas identificados en este contexto son el tiempo de solución, el control de calidad en obra, y el hecho de que la Ley de Obras Públicas dificulta, probablemente sin necesidad, la labor de las empresas consultoras.

Otros problemas son la escasez de tiempo y recursos económicos que en general pueden dedicarse a los proyectos. Contribuyen a esto el poco interés de los clientes por aplicar tecnologías eficientes a largo plazo; su interés se centra en la minimización de los costos iniciales, a costa de calidad y eficiencia. Además, se rechaza la necesaria robustez de las estructuras en las zonas de alta sismicidad.

No se cuenta con suficiente personal técnico con la preparación adecuada. En parte, esto se debe a la dificultad para ofrecer remuneraciones adecuadas, lo que se acentúa como consecuencia de los ciclos alternados de altas y bajas de volúmenes de trabajo.

Los criterios de asignación de recursos de obras mediante concursos basados exclusivamente en los costos mínimos, incluidos en la Ley de Adquisiciones y Obras Pública, desalientan los esfuerzos por elevar la calidad de las obras. Urge reglamentar la aplicación de dicha ley para evitar la competencia desleal y el descuido por la calidad.

## 2.5 ACCIONES DESEABLES

Las acciones deseables identificadas por los ingenieros de empresas privadas fueron las siguientes:

- Mejorar la formación de los ingenieros, desde el nivel de licenciatura, incluyendo los aspectos básicos, así como acrecentar su conciencia sobre su responsabilidad en la seguridad estructural.
- Proporcionar al ingeniero una adecuada educación continua y participación activa en sociedades profesionales. Parte importante de esta profesionalización consiste en darle sentido e importancia a su labor dentro de la sociedad.
- Concientizar a la sociedad del problema sísmico. Crear conciencia en el arquitecto, propietario, autoridades correspondientes, y sociedad en general, sobre el problema sísmico y sobre el papel de los ingenieros especializados en áreas relacionados con la seguridad estructural ante temblores.
- Apoyar a las instituciones de educación superior e investigación, así como a las sociedades profesionales, para que cumplan mejor su labor de difusión y educación en relación con el riesgo sísmico, tanto hacia los ingenieros estructurales como hacia la sociedad en general.
- Definir con mayor claridad las zonificaciones sísmicas, los criterios de diseño, las hipótesis en que se basan, así como plantear los estudios necesarios para corregir limitaciones y llenar lagunas. Conviene unificar los formatos de los reglamentos, y tender a las versiones menos sofisticadas compatibles con las características de las obras a las que se aplicarán. Por otra parte, se sugirió adoptar criterios de diseño basado en desempeño.
- Propiciar un acercamiento entre la academia y la práctica, tanto en la dirección de investigación como en la de docencia. Se deben establecer objetivos que tiendan a mejorar la práctica de la ingeniería sísmica.
- Difundir ejemplos de diseño, que no sean ambiguos, y que ayuden al diseñador a interpretar las especificaciones técnicas de la normatividad actual.
- Clarificar y mejorar la cuestión técnica-legal asociada a la práctica profesional. Se comentan el exceso de responsabilidad del estructurista y la creación de un seguro de diseño.



- Revisar los criterios de asignación de proyectos de obra pública.
- Mejorar el nivel del personal técnico a nivel estatal y municipal, y convencerlo de la importancia de establecer y mantener criterios actualizados y prácticas confiables para diseño y construcción. Las delegaciones SMIS podría constituir un recurso valioso en esta labor.
- Establecer aranceles y crear un registro de estructuristas acorde a su preparación académica y profesional.
- Evitar la competencia desleal.

### 3. OPINIONES DE INGENIEROS DE DEPENDENCIAS OFICIALES.

#### 3.1 INTRODUCCIÓN.

En esta sección se presenta un análisis e interpretación de las opiniones de ocho proyectistas oficiales, seis de los cuales ejercen en el D.F. y dos en provincia. Los comentarios que se expresan son atribuibles tanto a proyectistas del D.F como de provincia.

Un concentrado de las respuestas dadas por los proyectistas de dependencias oficiales que participaron en la encuesta se presenta en el Apéndice 2.

Los proyectistas entrevistados centran su práctica alrededor del diseño de obras de infraestructura. Entre estas, los puentes vehiculares y peatonales, y las obras hidráulicas de todo tipo (presas, acueductos, plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas) involucran la práctica de un porcentaje importante de los entrevistados. En menor proporción se identificó el diseño y evaluación de edificios, plataformas marinas, taludes naturales y artificiales, centrales termoeléctricas y carreteras. Como parte de su práctica, varios de los entrevistados identifican como actividades relevantes la evaluación y rehabilitación estructural, así como la supervisión y dirección de obra.

En este capítulo se analizan los siguientes aspectos: recursos disponibles, apreciación del ingeniero de dependencias oficiales con respecto a la normatividad, y su interacción con otros sectores que conforman la comunidad de ingeniería sísmica en México y la sociedad en general. Este capítulo culmina con las acciones que los ingenieros de dependencias oficiales consideran que deben emprenderse en respuesta al diagnóstico realizado.

### 3.2 RECURSOS DISPONIBLES.

De la interpretación de las encuestas resumidas en el Apéndice 2, es posible concluir que por lo general el proyectista con base en el D.F. tiene acceso a recursos humanos y materiales que le permiten ejercer su profesión adecuadamente; sin embargo, también es posible deducir que el diseño sísmico en dependencias de gobierno ubicadas en provincia se da en un medio con carencias y deficiencias relativas a ambos tipos de recursos.

La mayoría de los proyectistas de dependencias de gobierno ubicadas en el D.F. califica a su personal administrativo como competente. Sin embargo, en lo que se refiere a su personal técnico, la mitad de los entrevistados en el D.F. dejan entrever que dicho personal técnico no es adecuado a sus necesidades. Esta problemática es más pronunciada en provincia, donde los proyectistas califican de inadecuado tanto a su personal técnico como a su personal administrativo. Un proyectista comenta que ha habido pérdida de recursos humanos en las dependencias oficiales, lo que ha generado a su vez una pérdida de la capacidad técnica de las mismas. Además, observa que esta pérdida ha ocurrido en todo el país, y que ha tenido repercusión también en las empresas privadas.

Casi por unanimidad, el proyectista del D.F. califica como adecuados al equipo de cómputo y a los programas de computadora, así como a los equipos de laboratorio y de campo y al material bibliográfico de los que dispone. En todos estos rubros, se aprecian circunstancias muy desfavorables en los estados, sobre todo en lo que se refiere a programas de computadora y equipos de laboratorio y de campo.

La mayoría de los entrevistados califica como adecuado el servicio que les prestan las empresas consultoras sobre aspectos especializados. Además, observan que es relativamente común que busquen el apoyo técnico del proyectista particular para el planteamiento y diseño sísmico de obras de importancia. Sin embargo, se identificaron deficiencias en los servicios que los proyectistas particulares les ofrecen, sobre todo en el análisis y diseño sísmico de grandes obras de infraestructura (puentes, obras hidráulicas) y de estructuras especiales. Para resolver estas carencias, varios proyectistas indican que sus instituciones han recurrido tanto a la asesoría de institutos y centros de investigación nacionales como a la de firmas de ingeniería extranjeras. A pesar de lo anterior, casi por unanimidad los proyectistas entrevistados consideran injustificable la contratación de firmas extranjeras.

Algunos proyectistas entrevistados consideran que hay suficientes ingenieros preparados en México para enfrentar la demanda de diseño sísmico de obras de infraestructura, mientras que otros opinan que existe suficiente calidad en consultoría, aunque no se ofrece en cantidad adecuada. Finalmente, uno de

los entrevistados considera que la contratación de firmas extranjeras es actualmente un hecho ineludible, y comenta que deben invertirse esfuerzos por evitar que la situación se generalice a largo plazo.

La mayoría de los entrevistados considera que el hecho de que las dependencias oficiales muchas veces se enfrenten a proyectos muy similares a lo largo y ancho del país no se ha reflejado en un planteamiento articulado de soluciones prototipo. Además, comentan que muchas veces los proyectistas de las diferentes dependencias desconocen la existencia de estas, y que de existir, no tienen acceso a ellas. Dentro de este contexto, casi por unanimidad consideran que no existe una buena coordinación entre las diferentes dependencias oficiales. Entre los comentarios que se ofrecieron al respecto destaca la percepción de que no existe un intercambio articulado entre las dependencias, llegándose a mencionar las rivalidades existentes como una causa de esta situación. Uno de los entrevistados añade que dentro de su dependencia existen soluciones prototipo, pero advierte el peligro de ponerlas a disposición de profesionistas mal preparados.

### 3.3 PERFIL TÉCNICO.

En general el ingeniero de dependencias oficiales considera que las herramientas y normatividad con las que trabaja son adecuadas dentro del contexto de su práctica. Sin embargo, deja entrever varias limitaciones importantes, como son la falta de normatividad regional y la de normatividad para el diseño de obras de infraestructura. Como parte de la problemática anterior, muchos de los proyectistas comentan la falta de articulación en el intercambio que se da entre ellos y los investigadores.

Fue posible identificar un carácter progresista en varios de los entrevistados, que a la vez que expresan satisfacción en lo que respecta a herramientas y normatividad usuales, se manifiestan a favor de la introducción de mejores métodos de análisis estructural. Casi por unanimidad consideran necesario mejorar los métodos actuales de diseño y detallado.

**NORMATIVIDAD.** Como parte de su práctica profesional, los proyectistas del D.F. intervienen en el diseño sísmico de estructuras en diferentes Estados y ciudades de la República Mexicana. Contrario a esto, los proyectistas de los estados tienden a concentrar su práctica de diseño en un solo lugar.

Ante pregunta explícita, aquellos que han tenido la oportunidad de diseñar en diferentes regiones consideran que no es difícil obtener o interpretar reglamentos de diseño regionales, a la vez que ofrecen comentarios que manifiestan preocupaciones al respecto. Por ejemplo, se recalcan la falta de normatividad en varias regiones de México, y la necesidad de aplicar

reglamentos concebidos para otros lugares. Se observa que es deseable establecer zonificaciones sísmicas en las ciudades medianas y grandes del país.

El proyectista de dependencias oficiales encuentra durante el ejercicio de su práctica varias circunstancias que lo llevan a no aplicar fielmente las especificaciones técnicas de la normatividad de la que dispone. Entre estas circunstancias, se identifica la falta de normatividad específica para el diseño de obras de infraestructura no convencionales (presas e instalaciones, tanques, subestaciones y cuartos de control, etc.). Otro problema común es la evaluación postsísmica de estructuras con daño previo. Uno de los entrevistados comenta que su equipo normalmente lleva a cabo análisis más elaborados, debido a que en su institución se dispone de las herramientas adecuadas.

Para establecer los criterios para el análisis de estructuras no contempladas en la normatividad nacional, el proyectista de dependencias oficiales normalmente recurre a normas de otros países (por ejemplo las normas AASHTO, etc.). En este contexto, también consideran la posibilidad de respaldar su experiencia práctica con trabajos de investigación y con la literatura disponible; y de ser necesario, recurrir al apoyo de institutos o centros de investigación nacionales.

Por lo que respecta a los temblores de diseño, el proyectista a veces utiliza las especificaciones del Manual de Obras Civiles de la CFE (aunque se aclara que existen dudas), a veces acude a su experiencia y la respalda con cualquier información reciente o disponible; en caso necesario, recurre al apoyo de institutos o centros de investigación nacionales.

Los proyectistas entrevistados consideran que las especificaciones técnicas actuales de diseño y detallado son adecuadas conforme a las necesidades de su práctica profesional. Sin embargo, la mayoría de los proyectistas identifican la existencia de varias especificaciones técnicas que pecan por ser muy vagas o por imponer requerimientos irrealistas o demasiado complicados para su aplicación práctica. Es curioso notar que el hecho de que la mayoría de los proyectistas consideren adecuadas las especificaciones de diseño y detallado va acompañado por una percepción casi unánime de que sería deseable mejorarlas. Por unanimidad, los entrevistados consideran que un paso importante en esta dirección consistiría en hacerlas más explícitas en cuanto al contexto de su uso y a sus limitaciones, mientras que casi por unanimidad consideran necesario simplificarlas. A pregunta explícita, la totalidad de los entrevistados contestan que consideran que mejorar los procedimientos actuales de diseño y detallado es igual o más importante que mejorar los métodos de análisis.



Como acciones deseables, algunos proyectistas comentan la urgencia de elaborar guías de diseño y detallado estructural, y la necesidad de publicar guías que permitan el empleo cada vez más frecuente del análisis dinámicos. Finalmente, se añadió que convendría revisar las especificaciones técnicas actuales con el fin de mejorarlas.

**HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.** Casi de manera unánime, los proyectistas entrevistados califican sus herramientas de análisis estructural como adecuadas a las necesidades de su práctica. A partir de sus experiencias con métodos de análisis dinámico, es también generalizado su sentir de que este tipo de análisis es esencial para su práctica profesional. No deja de ser interesante que, a pesar de esta satisfacción casi unánime con sus herramientas actuales, la mayoría de los entrevistados considere importante y/o conveniente el uso de herramientas de análisis más elaboradas. La mayoría de los proyectistas que apoyan esta actualización considera sin embargo que el uso de herramientas más elaboradas debe ser optativo y reservarse para estructuras especiales. Uno de los proyectistas entrevistados recomienda que se proceda con cautela al respecto, mientras que otro considera conveniente que el SMIS mantenga informados a sus socios acerca de las herramientas actuales de análisis, y que ofrezca cursos de actualización al respecto.

### 3.4 MEDIO PROFESIONAL.

En esta sección se analiza el medio profesional en que se desarrolla la práctica del ingeniero de dependencias oficiales. El análisis de las respuestas deja muy clara la falta de articulación en dichas interacciones y las consecuencias adversas de esto, así como la preocupación por superarlas.

A diferencia de los proyectistas del D.F., la mayoría de quienes radican en los estados considera que la práctica constructiva mexicana no resulta en estructuras que reflejen adecuadamente al proyecto estructural. El proyectista considera que, en orden de importancia, la responsabilidad de esto recae en el proyectista mismo, en el constructor y los reglamentos, y finalmente, en la supervisión. En comentarios al respecto, un par de proyectistas comentan que esta situación es culpa de todas las partes mencionadas arriba, y que es notoria la falta de contacto entre ellas. Algunos de los entrevistados sugieren que es necesario que el proyectista haga un seguimiento adecuado durante la construcción del proyecto estructural, y que muchos proyectistas no tienen un nivel técnico adecuado. Finalmente se comenta que, encima de que no se dispone de guías y ayudas de diseño adecuadas, en algunos casos los reglamentos son imprácticos y confusos.

INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA. Casi por unanimidad, los proyectistas entrevistados consideran que la infraestructura nacional de investigación es adecuada para satisfacer las necesidades básicas de investigación y desarrollo de tecnología en el país. La mayoría de ellos considera que los investigadores y académicos contribuyen mucho a mejorar su práctica profesional.

El proyectista de dependencias oficiales considera que se debieran dedicar esfuerzos importantes a establecer zonificaciones sísmicas a nivel regional (incluyendo la definición de espectros de diseño), así como al análisis y comportamiento sísmico de obras de infraestructura (puentes, obras hidráulicas). Otros temas que le inquietan son la rehabilitación estructural de obras de infraestructura, y el análisis y diseño de sistemas innovadores.

Un comentario interesante de un proyectista se refiere a que muchas veces no se ponen en práctica los resultados y conclusiones que se obtienen en las investigaciones.

Se hicieron observaciones con respecto a que la infraestructura de investigación en México está demasiado centralizada, y se identificó la necesidad del desarrollo de instituciones en el interior del país, así como la conveniencia de expandir la instrumentación sísmica hasta cubrir todo el territorio nacional. Finalmente, un proyectista observó que los investigadores en aislado no tienen la capacidad de resolver las necesidades de desarrollo del país, y recalcó la importancia de la posible contribución de otros grupos de profesionales.

DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO. Por unanimidad, los proyectistas del D.F. consideran adecuado el nivel de difusión que se hace a nivel nacional sobre los avances de la ingeniería sísmica. Esta apreciación contrasta notablemente con la de los proyectistas de los estados, que la juzgan inadecuada. Un problema que afecta a ambos grupos es la forma en que se transmiten los resultados de la investigación, ya que casi por unanimidad los proyectistas entrevistados consideran que no les es fácil entender, y por lo tanto aprovechar, la mayoría de los artículos técnicos escritos por académicos.

En cuanto a sus esfuerzos por acceder a dichos avances por otros medios, la mayoría de los proyectistas entrevistados comentan haber asistido a congresos nacionales o a eventos similares; sin embargo, es notoria su inasistencia a cursos de educación continua. La opinión de los proyectistas en cuanto a que si es adecuada la frecuencia y nivel con que se organizan los congresos (o eventos similares) y los cursos de educación continua, varía según su ubicación geográfica dentro del país. Los del D.F. consideran por unanimidad que su cantidad y calidad son adecuadas, mientras que por

unanimidad el proyectista de los estados opina lo contrario. Se sugirió que las diferentes organizaciones profesionales promuevan todos los cursos, seminarios y conferencias que se organizan en el país, independientemente de la asociación o institución encargada de impartirlos.

Una opción más para acceder a los avances citados arriba sería la disponibilidad de bancos de información; sin embargo, la mitad de los proyectistas entrevistados sienten que el país no cuenta con suficientes de estos sistemas. Se ofrecieron comentarios que hacen notar la falta de bancos de información en español, y que algunos de ellos están en proceso de implantación.

**EDUCACIÓN.** La mayoría de los proyectistas entrevistados (con mayor énfasis de los de los estados) considera que la educación en México no contempla las necesidades de su práctica profesional. Sin embargo, esta apreciación difiere mucho de acuerdo al grado académico del egresado de las instituciones nacionales de educación superior, ya que la mayoría de los entrevistados considera inadecuado el nivel técnico de ingeniería sísmica de los egresados de programas de licenciatura, mientras que casi por unanimidad se considera adecuado el nivel del egresado de posgrado. Es interesante notar que, a pregunta específica, la mayoría de los proyectistas considera que una manera de subsanar las deficiencias detectadas consiste en reforzar la educación básica del estudiante.

En cuanto al número de estudiantes egresados de los programas de licenciatura, cerca de dos terceras partes de los proyectistas entrevistados consideran que dentro de las circunstancias actuales este número es adecuado conforme a las necesidades de su dependencia. Al respecto, se ofrece el punto de vista de que los estudiantes de licenciatura son suficientes porque actualmente existe una tendencia hacia la reducción de los cuadros técnicos de las dependencias oficiales. En cuanto al número de egresados con posgrado, la mitad de los proyectistas del D.F. y la totalidad de los de los estados considera que este número es insuficiente.

Prácticamente todos los proyectistas entrevistados comentan haber incorporado o contemplado la incorporación de ingenieros con posgrado en algunos de sus proyectos estructurales, mientras que la mayoría considera que es posible incorporarlos de tiempo completo a su dependencia. Un proyectista observa que, aunque altamente deseable, la realidad económica actual no hace posible la contratación permanente de ingenieros con posgrado; mientras que otro recalca que no existe una oferta adecuada de egresados con posgrado. Se dio la apreciación de que el posgrado debería estudiarse después de dos ó tres años de experiencia práctica.

Finalmente, un proyectista comenta que en México los problemas más graves del diseño de obras de infraestructura se ubica en el ámbito de la práctica profesional.

**PROBLEMAS AJENOS A LA INGENIERÍA.** La mayoría de los proyectistas entrevistados opinan que los problemas no técnicos que enfrentan tienen un peso mayor que los de ingeniería. Por ejemplo, se comenta que, aunque día con día mejora esta situación, las consideraciones económicas tienen actualmente mayor peso que las técnicas. También se observa que las especificaciones contractuales no tienen un alcance técnico adecuado, y que es necesario implantar políticas adecuadas de calidad y supervisión técnica.

Se comenta la necesidad de mejorar los aspectos administrativos y gremial; y se añade que actualmente las políticas favorecen los costos y tiempos de construcción en detrimento de la calidad de la ingeniería.

### 3.5 ACCIONES DESEABLES.

Al final de la encuesta practicada entre los proyectistas de dependencias oficiales, se les pidió que identificaran acciones deseables para mejorar la situación de su práctica y que añadieran cualquier comentario que ayudara a conformar un panorama más completo de la situación de la ingeniería sísmica en México. Entre las acciones deseables se identificaron las siguientes:

- Profesionalización del medio. Esta profesionalización se basa en mejorar la educación y capacitación del proyectista, de técnicos y obreros, de directores responsables de obra, y de fortalecer capacidades técnicas y administrativas de gobiernos locales. También incluye el que las sociedades profesionales como el SMIS fortalezcan su presencia en toda la República Mexicana.
- Un acercamiento entre la investigación y la práctica, lo que incluye difundir los resultados de la investigación y aterrizarlos en recomendaciones prácticas.
- Mejorar la normatividad actual, lo que implica desarrollar reglamentos para estructuras diferentes a edificios, zonificar ciudades medianas y grandes, y simplificar la normatividad actual.
- Difundir ayudas de diseño.



- Crear conciencia del problema sísmico. Concientizar a las autoridades, capacitar a miembros de los diferentes sectores de la población para favorecer su comunicación con el proyectista, y crear conciencia de este problema durante la educación media (Secundaria y Preparatoria).

#### 4. OPINIONES DE PROFESIONALES DEDICADOS A LA DOCENCIA.

##### 4.1 INTRODUCCIÓN.

En esta sección se presenta un análisis e interpretación de las opiniones de veintitrés profesionales activos en docencia, nueve de los cuales pertenecen a instituciones ubicadas en el área metropolitana del D.F. y catorce a instituciones ubicadas en provincia. Su elección se basó en el deseo de contar con la opinión de profesores reconocidos en el medio, y de contar con el punto de vista de académicos que laboren en instituciones de educación superior, tanto privadas como públicas, ubicadas en los Estados de la República Mexicana con actividad sísmica moderada y alta. Con tales objetivos, se seleccionaron representantes de la Universidad Iberoamericana, Universidad Anáhuac, Instituto Tecnológico de Monterrey, Universidad La Salle, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana en el D.F., y de diferentes instituciones educativas ubicadas en los Estados de Baja California, Colima, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Tlaxcala.

Dentro del grupo de docentes entrevistados, es posible distinguir dos tipos: el docente de tiempo completo, y el que equilibra su labor educativa con otras actividades. Dentro del segundo grupo, es posible distinguir a los investigadores y a los proyectistas. A partir de las encuestas se deduce que la manera en que los docentes interpretan la realidad de la educación en México está influenciada, de manera importante, por el lugar que ocupan en la clasificación anterior.

De no especificarse lo contrario, los comentarios son atribuibles tanto a docentes del D.F como de los estados. Un concentrado de las respuestas dadas por los docentes que participaron en la encuesta levantada se presenta en el Apéndice 3.

##### 4.2 RECURSOS DISPONIBLES.

Del análisis de las encuestas resumidas en el Apéndice 3, es posible concluir que existen grandes deficiencias, tanto de recursos humanos como materiales, en la mayoría de las instituciones educativas del país.

Aproximadamente la mitad de los representantes de las instituciones ubicadas en el D.F. consideran que los recursos humanos directamente ligados a su experiencia educativa son inadecuados. Las deficiencias no se limitan a la existencia de un personal técnico y administrativo que no cumple adecuadamente sus funciones, sino que incluyen la de un profesorado inadecuado y alumnos que no están lo suficientemente preparados para aprovechar la experiencia educativa.

Los problemas relacionados con los recursos humanos se dan con mayor intensidad en provincia, donde la proporción de instituciones que no han podido resolverlos va de dos tercios a tres cuartas partes, según las diferentes categorías de recursos humanos discutidas anteriormente. Con respecto a ellos se hizo notar la falta de vocación y motivación de los alumnos, y se destacó la mala preparación con la que muchos de ellos llegan a sus estudios universitarios.

La encuesta deja ver que casi todas las instituciones del D.F. tienen a su disposición equipos de cómputo que satisfacen sus necesidades educativas. Sin embargo, la mitad de los entrevistados en el D.F. consideran que los programas de computadora con los que cuentan no son suficientes.

Como sucede en el caso de recursos humanos, estos problemas se viven con mayor intensidad en provincia, ya que la mitad de los entrevistados consideran que los equipos de cómputo disponibles no satisfacen las necesidades de su institución, mientras que tres cuartas partes consideran que deben mejorar su situación en cuanto a programas de computadora.

Tanto en el D.F. como en los estados, las deficiencias de los recursos materiales de que se dispone son mucho más notorias en lo que se refiere a equipos de campo y laboratorio, según afirmación de prácticamente todos los entrevistados. Contrario a las tendencias identificadas hasta ahora, la situación en cuanto al equipo de campo se presenta como más severa en el D.F.

Aparte de las anteriores, se identificaron deficiencias importantes, como la falta de bibliotecas, hemerotecas, y de medios de difusión y comunicación.

Entre los avances deseables, uno de los docentes entrevistados (del D.F.) comenta que sería conveniente introducir la computadora como herramienta docente ("data show"). Otro destaca la necesidad de que las universidades de provincia cuenten con mecanismos ágiles para tener acceso a material académico con el que cuenta la Universidad Nacional Autónoma de México.

#### 4.3 PANORAMA DE LA EDUCACIÓN EN MÉXICO.

A continuación se presenta una lista de las instituciones educativas que fueron identificadas por un mayor número de entrevistados (el número que identificó a cada institución se proporciona en el concentrado del Apéndice 3 pregunta Núm. 6). En la lista se anexan los comentarios que los entrevistados proporcionaron acerca de las mismas.

- Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene una tradición en formación de ingenieros e investigadores; es la de mayor prestigio nacional e internacional; pertenece al padrón de excelencia de CONACYT; es la mejor institución en el país y la más avanzada en cuanto estudios de posgrado e investigación; se le da mucho apoyo económico; tiene buenos maestros y laboratorios.
- Universidad Autónoma Metropolitana. Tiene juventud en proceso de formar un grupo sólido; se han desarrollado grupos dedicados a estadísticas en daños estructurales e instrumentación; tiene buenos maestros y personal capacitado; presenta interés por el medio profesional y en los estados; desarrolla investigación; participa en el Grupo Interuniversitario de Ingeniería Sísmica; no tiene posgrado.
- Universidad Autónoma del Estado de México. Tiene entusiasmo y grandes esfuerzos por desarrollarse; existe el posgrado dentro del padrón de excelencia de CONACYT; desarrolla investigación; participa en el Grupo Interuniversitario de Ingeniería Sísmica.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tiene maestría y especialidad en estructuras; tiene entusiasmo e intenciones de desarrollarse; se encuentra en una etapa inicial; existe capacidad docente; falta de recursos humanos y económicos.
- Universidad Autónoma de Guerrero. Se dedica a investigar sobre seguridad sísmica; tiene una maestría en ingeniería sísmica; hace un esfuerzo por desarrollarse dentro de un marco de escasez.

Otras instituciones que se mencionaron fueron: la Universidad Veracruzana; la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, la Universidad de Colima, la Universidad Autónoma de Baja California, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma de Chiapas, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente y la Universidad de Puebla.

Es interesante notar que la mayoría de las instituciones en la lista anterior son públicas, y que las dos identificadas con el mayor nivel académico están ubicadas en el D.F. Este último hecho, reflejo del esquema centralista de la

educación en esta área, es una realidad identificada prácticamente por unanimidad por todos los docentes entrevistados. A pesar de ello, y de que la mayoría de los entrevistados no considera que esta centralización sea conveniente, es necesario reconocer, como punto esperanzador, el esfuerzo que muchas instituciones educativas de algunos estados están haciendo por desarrollarse en condiciones muy adversas en cuanto a recursos y apoyo externo.

Entre los comentarios dedicados a proponer soluciones contra la centralización excesiva en este medio, destaca la necesidad de apoyar no solo con recursos, sino también con asesoría, a las diferentes universidades e instituciones regionales. Otras de las propuestas identificadas por varios docentes es la necesidad de fomentar intercambios académicos, y la de descentralizar los centros de investigación. Finalmente se hicieron varios comentarios en el sentido de que el apoyo de instituciones como el CONACYT se considera insuficiente, en particular con relación a docencia. En cuanto a los criterios de evaluación para la asignación de fondos, parece que el sentir del docente de los estados no concuerda con la visión de tales instituciones sobre la mejor forma de afrontar las urgencias que tiene nuestro país en cuanto al desarrollo de infraestructura educativa y de investigación. Se manifiesta que se debe incrementar el apoyo a programas de posgrado en los estados y fomentar el intercambio académico.

**INTERCAMBIO ACADÉMICO.** El nivel y la extensión de este tipo de actividades entre las diferentes instituciones educativas nacionales es considerado moderado o bajo por la gran mayoría de los entrevistados. Es también un sentir mayoritario que este intercambio puede intensificarse por medio de convenios, congresos y proyectos interinstitucionales de investigación con objetivos bien definidos. Una nota alentadora, que refleja los cambios que poco a poco se están dando en el país, es la existencia de un convenio de colaboración interinstitucional que incluye a cuatro instituciones de la lista de las primeras cinco presentadas con anterioridad, así como convenios aislados de colaboración entre algunas instituciones de los estados y del D.F.

Para tratar de intensificar este intercambio se requiere de recursos, según se observó, especialmente por parte de varios docentes de los estados. Se comentó la falta casi total de apoyo externo para sus instituciones. Asimismo se comentó la importancia de cambiar las actitudes en cuanto a la transmisión y recepción de información entre las diferentes instituciones. Se hizo notar que para lograr un intercambio constructivo y productivo, es importante que se establezcan buenas relaciones, a nivel personal, entre los académicos de las diferentes instituciones. Una forma de ayudar en esto es el establecimiento de mesas plurales en nuestras sociedades profesionales. Finalmente, un docente opina que ha hecho daño a la ingeniería sísmica



nacional la incapacidad de algunos grupos para establecer intercambios interinstitucionales sanos.

Es unánime la opinión sobre la necesidad de lograr mayor colaboración universitaria, para lo cual se proponen algunas acciones específicas, tales como cursos en instituciones de los estados para promover la cultura sismica, mayor contacto entre directivos y profesorado, y visitas guiadas a alumnos de licenciatura.

**MATRÍCULA.** Por medio de algunas preguntas, se intentó identificar las características de la matrícula de las diferentes instituciones consideradas en la encuesta. Dada la variabilidad de las respuestas, es difícil presentar información muy específica al respecto, por lo que se consideró prudente tratar de acotarla en intervalos, como sigue:

En licenciatura se identificaron grupos que van desde dos hasta treinta docentes, y que dan servicio a comunidades estudiantiles que van de tres a 600 estudiantes. En maestría se identificaron grupos de tres a doce docentes que dan servicio a comunidades estudiantiles tres a cuarenta estudiantes. En cuanto a doctorado, se recibieron pocas respuestas, y sugieren la existencia de grupos de tres a ocho docentes dirigiendo matrículas de dos a cuatro estudiantes. El número de egresado por año de estas instituciones varía desde dos hasta 35 en licenciatura, de uno a treinta en maestría, y la única respuesta que se obtuvo al respecto, reporta el egreso de dos doctores. Varios docentes mencionan con preocupación el hecho de que el tamaño de la matrícula ha ido disminuyendo progresivamente año con año. Uno de los docentes entrevistados hace la observación de que el número de estudiantes en esta área, sobre todo de maestría, depende mucho de la situación económica del país. Sin embargo, esta observación sólo explica parcialmente el problema, pues se identificaron otras razones que limitan la captación de nuevos estudiantes. Una de ellas consiste en que, aunque muchos docentes consideran importante el contar con mecanismos de reclutamiento y orientación de estudiantes en prospecto, casi la mitad de los entrevistados considera que en sus instituciones no existen dichos mecanismos. Otros docentes identifican como parte del mismo problema la poca importancia que sus instituciones dan al diseño por sí mismo.

Más de la mitad de los entrevistados opinan que la deserción a nivel licenciatura puede considerarse como un problema en sus instituciones. Aunque este se da con mayor intensidad en las instituciones públicas, también llega a presentarse en instituciones privadas. Un porcentaje aún mayor considera que este es un problema de nivel maestría, sobre todo en el D.F. Una vez más, la información disponible para el nivel de doctorado es demasiado poca para identificar tendencias.

Dentro de las causas de la deserción que son ajenas al estudiante, algunos docentes mencionan la falta de atención a los programas de estudio en esta área, tanto a nivel académico como de apoyo (becas) para los estudiantes. Otro docente observa que muchos alumnos de maestría terminan sus créditos pero no se titulan. Finalmente, otra cuestión que preocupa es la raquítica producción de doctores en el país, que entre todas las instituciones participantes en la encuesta llega a dos por año. Se opina que la falta de interés por estudiar un doctorado se debe principalmente a falta de atractivo económico.

Se comentaron como causa de deserción la desconexión entre los intereses de los alumnos y de los académicos, y la dedicación simultánea de los primeros a otras actividades. Por parte de los docentes se mencionó el deficiente seguimiento al trabajo académico de los alumnos, incluyendo los trabajos de tesis. También se mencionan la falta de atractivo de los programas académicos, así como la inadecuada planeación de algunas instituciones.

La idea de establecer diplomados en la especialidad parece adecuada en general, a condición de que sean de calidad y tengan orientación práctica y variada, con cursos cortos sobre temas específicos.

En cuanto al número deseable de alumnos por profesor, se obtuvieron respuestas muy variadas. En licenciatura este número va desde 5 a 1 hasta 35 a 1, siendo la respuesta más común la de una relación de 10 a 1. En maestría este rango va de 2 a 1 hasta 5 a 1, siendo la más común de 5 a 1. Finalmente, dentro del nivel de doctorado se consideraron respuestas dentro del rango de 1 a 1 hasta 5 a 1, sin haber un consenso al respecto. Teniendo en cuenta estos rangos, casi la mitad de los entrevistados consideraron que en su institución no existían relaciones adecuadas de número de alumnos por profesor en licenciatura, mientras que lo contrario es la norma en los niveles de maestría y doctorado.

La creación de programas académicos que brinden la oportunidad de especializaciones esencialmente prácticas obtuvo un apoyo casi unánime por parte de los docentes entrevistados. Sin embargo, se hicieron varias observaciones al respecto: la necesidad de evitar crear una especialidad única; que dicha especialización no se reduzca a una maestría de poca calidad; y la conveniencia que contenga cursos cortos sobre temas específicos. Una observación interesante la hace un docente de una institución del interior del país que ofrece una especialidad en estructuras: "de acuerdo con nuestra experiencia, un porcentaje elevado de estudiantes que acaban nuestra especialidad optan por iniciar una maestría".

**PARTICIPACIÓN DE PROYECTISTAS E INVESTIGADORES EN LA DOCENCIA.** Todos los docentes entrevistados consideran conveniente la participación de proyectistas en la educación de los estudiantes de licenciatura y posgrado; sin embargo, se reconoce que existen pocos incentivos para fomentar su participación. Varios de los entrevistados reconocen que la interacción con los proyectistas se da con mayor éxito en la provincia; también comentan que es necesario mejorar dicha interacción. Para ello sugieren la organización de eventos académicos y la creación de incentivos que estimulen a los proyectistas a participar. Como ejemplo, uno de los entrevistados sugirió que la SMSIS podría establecer cátedras especiales impartidas por proyectistas, así como un premio anual al proyectista que más se destaque por sus labores de docencia sobre ingeniería sísmica.

En cuanto a la contribución de investigadores, se menciona que algunos de ellos no cumplen satisfactoriamente sus obligaciones docentes, y que una razón para esto son las políticas poco estimulantes que actualmente se utilizan para evaluar sus actividades académicas.

**ACTUALIZACIÓN DEL DOCENTE.** Todos los docentes entrevistados consideran importante su actualización en cuestiones técnicas. A pesar de ello, es notorio por sus respuestas que en muchas de las instituciones nacionales no existen incentivos o aún no cristalizan los esfuerzos para llevar a cabo dicha actualización. Por ejemplo, la mayoría de los entrevistados considera, con porcentajes más elevados en el D.F., que no existe una participación activa e importante de sus docentes en congresos y eventos similares. Como parte de una solución para superar estos problemas, la mayoría de los entrevistados considera importante que los docentes se involucren más en la organización de cursos, conferencias, etc., y que asistan a estos. Sin embargo, el docente advierte que esta solución no podrá darse si continúa la falta de apoyo e interés de sus instituciones.

Se reconoce que en algunas universidades de los estados existe apoyo para realizar doctorados. Se manifiesta la necesidad de crear fuentes de apoyo para intercambio académico, incluyendo periodos sabáticos para actualización e investigación.

Uno de los entrevistados comenta sobre la importancia de que los docentes tengan acceso en sus instituciones a publicaciones recientes y enfatiza la importancia de contar con recursos para suscripciones a revistas periódicas.

La mitad de los docentes de instituciones ubicadas en el D.F. comentan que en sus instituciones se ofrecen cursos de educación continua. En cambio, todos los docentes entrevistados del interior del país comentan que sus instituciones no ofrecen este tipo de cursos. La mayoría de los entrevistados en el D.F. consideran que no existe una demanda importante para estos

cursos, mientras que los de los estados mencionan que en sus regiones sí existe dicha demanda.

#### 4.4 CURSOS SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA.

En una gran cantidad de los programas de estudio de las instituciones educativas del país, la educación en ingeniería sísmica se limita a un curso, el cual en ocasiones no es obligatorio.

Entre las materias relacionadas con ingeniería sísmica que se imparten a nivel licenciatura se identificaron las siguientes: dinámica estructural elemental, análisis ante cargas laterales (con mayor énfasis en el análisis estático), y consideraciones de diseño sísmico. A nivel posgrado, se hizo ver que varias instituciones imparten cursos de dinámica estructural y de ingeniería sísmica. En algunas ocasiones se imparten cursos de sismicidad y riesgo sísmico. Dado lo extenso de la lista tan extensiva de las materias que se imparten en las diferentes instituciones, en el concentrado del Apéndice 3, pregunta Núm. 3, se presenta un resumen de las identificadas por los entrevistados.

Entre los temas que los docentes piensan sería deseable introducir, varios de los entrevistados en el D.F. comentaron que deberían incorporarse experiencias de laboratorio de estructuras; mientras que en instituciones de los estados se considera tomar en cuenta temas como la rehabilitación estructural, sismología, riesgo sísmico, métodos refinados de análisis y diseño de estructuras especiales o con sistemas innovadores de control de la respuesta dinámica. Varios otros temas se resumen en el concentrado del Apéndice 3, pregunta Núm. 3

ASPECTOS EXPERIMENTALES Y DE CAMPO. A pesar de que la gran mayoría de los entrevistados consideran conveniente involucrar estos aspectos en la educación en la ingeniería sísmica, la mayoría también considera que a la fecha la educación en México se maneja prácticamente al margen de ellos por la falta de acceso que tienen la mayoría de las instituciones del país a infraestructura experimental y de campo. Aparte de las limitaciones materiales, existen reservas en algunos docentes de impulsar estos aspectos demasiado, sobre todo a nivel licenciatura.

El trabajo experimental no se considera necesario, pero sí la familiaridad con resultados experimentales, a fin de sustentar buenos modelos matemáticos. La predisposición al trabajo analítico, con frecuencia criticada, resulta del excesivo costo del trabajo de laboratorio y de campo.

Es también apreciación de la mayoría de los docentes que el desarrollo tan intenso que se ha dado en el área computacional ha creado un desequilibrio



importante entre la posibilidad de llevar a cabo trabajos experimentales y de campo, y la posibilidad de llevar a cabo trabajos analíticos. Esto, aunado a la falta de recursos experimentales y de campo, ha dado lugar a una predisposición por parte de académicos y estudiantes de realizar trabajos de tipo analítico. En este sentido, algunos docentes explican que el advenimiento de la computadora personal con gran poder de cálculo ha dado permitido el desarrollo de estudiantes que no podían aspirar a trabajar en proyectos experimentales y de campo.

En cuanto a la conveniencia de utilizar la computadora como herramienta básica en la educación e investigación, existen percepciones encontradas que van desde considerarla altamente benéfica, hasta afirmar que su uso indiscriminado puede dar lugar a que el estudiante no considere necesario conocer las cuestiones fundamentales de la ingeniería sísmica.

#### 4.5 LOGROS Y LIMITACIONES DE LA INGENIERÍA SÍSMICA MEXICANA.

**LOGROS.** El principal logro es haber contribuido a mejorar el entendimiento y a crear conciencia sobre el problema sísmico. No menos importante es el desarrollo de una escuela mexicana de ingeniería sísmica, con investigación propia, criterios y normas propios, acordes a nuestras condiciones sísmicas y tipos de construcciones; la instrumentación sísmica de la ciudad de México, y el empleo de datos instrumentales para producir y actualizar nuestras zonificaciones sísmicas, etc.

Otro logro identificado es el hecho de que México cuente con investigadores y profesionales de alto nivel y con prestigio internacional, así como con instituciones educativas reconocidas. Finalmente, se menciona también el hecho de que varias universidades se han empezado a involucrar en la investigación de este tema. Otros logros se resumen en el concentrado del Apéndice 3, pregunta Núm. 10.

**LIMITACIONES.** Una de las limitaciones más severas a nivel nacional es la falta de recursos humanos capacitados o especializados, y el hecho de que los pocos recursos humanos con estas características no disponen del tiempo o interés para mejorar las condiciones bajo las cuales se da la experiencia educativa.

Por otro lado, se comenta también la falta de criterios uniformes en los planes de estudio de las diferentes instituciones y de una política coherente a nivel nacional para impulsar la educación en esta área. No está definido con claridad el perfil deseable en los egresados de la licenciatura.

Para los docentes de los estados, la mayor limitación es la centralización excesiva de los recursos disponibles y las políticas con que se evalúan sus

esfuerzos. Consideran que sus actividades docentes se realizan dentro de condiciones muy adversas para proporcionar al país instituciones educativas de buen nivel.

Entre los académicos el interés por la docencia es insuficiente, principalmente por el escaso reconocimiento a dicha labor en comparación con las actividades de investigación. Por ello no existen textos especialmente diseñados para licenciatura.

En el aspecto profesional, faltan mecanismos de certificación de calidad del conocimiento y de la experiencia adquirida.

Otras limitaciones se resumen en el concentrado del Apéndice 3, pregunta Núm. 10.

#### 4.6 ACCIONES DESEABLES.

Para remediar las limitaciones anteriores se propone la revisión de los programas académicos y la definición del perfil deseable del graduado, mediante la participación de docentes, profesionales e investigadores con diversas orientaciones. Se insiste en las acciones sobre descentralización y desarrollo regional, con apoyo federal y de CONACyT, así como en las de intercambio académico. Por otro lado se añaden las siguientes acciones:

- Apoyar a la infraestructura educativa de todo el país. Este apoyo debe incluir la formación de posgrados, y debe financiarse por medio de inversión privada, federal y con el apoyo de instituciones como CONACyT.
- Lograr que las instituciones de buen nivel apoyen al desarrollo académico en todo el país, sobretodo en los estados. Parte esencial de este proceso es el cambio de actitud en la transmisión y recepción de ideas.
- Formar recursos humanos, académicos y profesionales. Para lograrlo, es importante recapturar alumnos de buen nivel en esta área del conocimiento por medio de estímulos y de la difusión de la importancia de la ingeniería sísmica en México. Algunas variables externas que deben considerarse son la situación económica del país y la falta de perspectivas profesionales a las que se enfrenta el egresado.
- Replantear los criterios de evaluación que instituciones como el CONACyT utilizan para asignar recursos a académicos e instituciones. Varios docentes consideran que estos criterios corresponden a países con un

grado de desarrollo importante y no a un país, que como México, tiene tantas necesidades de desarrollo.

- Usar el servicio social de los alumnos de licenciatura para introducir tecnologías apropiadas de construcción y para realizar programas de evaluación del riesgo sísmico en regiones marginales del país.
- Crear una conciencia sísmica más sólida en México. Una idea interesante al respecto es la necesidad de educar a la población, de ser posible desde Primaria y Secundaria, en cuanto al problema sísmico.
- Crear cátedras especiales de excelencia para proyectistas que impartan cursos de ingeniería sísmica y apoyar el desarrollo de material didáctico.

## 5. OPINIONES DE INVESTIGADORES.

### 5.1 INTRODUCCIÓN.

En esta sección se presenta un análisis e interpretación de la encuesta realizada entre veinte investigadores, ocho de los cuales pertenecen a instituciones ubicadas en el área metropolitana del D.F. y doce a instituciones de los estados. Se seleccionaron representantes de la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, Fundación Javier Barros Sierra y CENAPRED en el D.F., y de diferentes instituciones ubicadas en los estados de Baja California, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Michoacán y Puebla.

Dado que las opiniones de los investigadores del D.F. y de los estados tienden a ser consistentes, el análisis que aquí se presenta puede considerarse representativo de las circunstancias que se presentan a nivel nacional. Un concentrado de las respuestas dadas por los investigadores que participaron en la encuesta se presenta en el Apéndice 4.

### 5.2 RECURSOS DISPONIBLES.

Del análisis de las opiniones resumidas en el Apéndice 4, es posible concluir que existen grandes carencias y deficiencias, tanto en recursos humanos como materiales, en la mayoría de las instituciones de los estados en donde se lleva a cabo la investigación sísmica en el país. Para poder resolver esta situación, el país tendrá que enfrentar con oportunidad y eficiencia la preparación de recursos humanos lo suficientemente calificados para hacer investigación de frontera en esta disciplina. En particular, se hace notoria la preparación de personal técnico, así como la necesidad de crear las condiciones para que el investigador pueda interactuar con estudiantes de doctorado en la cantidad y calidad que se requiere.

En cuanto a recursos materiales, se contempla un panorama aún más crítico, sobre todo en la necesidad de crear infraestructura experimental y de campo.

Poco más de la mitad de los entrevistados dejan entrever serias deficiencias en la investigación en México, al considerar que los investigadores con que cuentan sus instituciones son inadecuados conforme a las necesidades de las mismas. Aunque el panorama mejora ligeramente en lo que se refiere a la calidad de los estudiantes de licenciatura y maestría, retoma un sentido negativo en lo que se refiere a la calidad de los estudiantes de doctorado. Finalmente, la mayoría de los entrevistados considera que tanto su personal técnico como administrativo es inadecuado.



Casi la mitad de las instituciones involucradas en la encuesta no han logrado resolver sus necesidades en el área computacional, tanto en lo que se refiere a equipos como a programas. Una problemática más severa se aprecia en lo que se refiere a equipo de campo y laboratorio, ya que prácticamente todos los entrevistados o no tienen acceso a ellos o los consideran inadecuados.

Aparte de lo anterior, algunos de los entrevistados identificaron carencias importantes en recursos como bibliotecas, hemerotecas, medios de difusión y comunicación, y transporte de equipo de campo. También se identificó la necesidad de contar con más equipo de instrumentación sísmica.

Algunos investigadores recalcaron la falta de recursos económicos para enfrentar las necesidades de desarrollo de sus instituciones, y la dificultad de tener acceso a apoyos externos.

### 5.3 PANORAMA DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO.

La mayoría de los entrevistados considera que México tiene un nivel medio como país productor de investigación en ingeniería sísmica; sin embargo un par de investigadores comentan que el prestigio de México en el contexto internacional se debe gracias al trabajo de unos cuantos investigadores y profesionistas.

La mayoría de los investigadores entrevistados considera que en México no se da apoyo suficiente a la investigación en ingeniería sísmica, y que actualmente tenemos rezagas importantes en cuanto al número de investigadores, infraestructura y políticas de apoyo. Sin embargo, no deja de ser alentador que aproximadamente la mitad de los entrevistados contemplan una mejora, a corto y mediano plazo, en las condiciones para el desarrollo de individuos y grupos de investigación. En cuanto a esto, es interesante, por un lado, la observación de un investigador en el sentido de que la investigación en este campo tiene posibilidades importantes para conseguir recursos (incluyendo recursos privados), mientras que por el otro, se observa que uno de los centros de investigación en ingeniería sísmica de mayor relevancia estuvo a punto de desaparecer por falta de financiamiento.

Algunos investigadores comentan que en general faltan políticas oficiales congruentes de apoyo a la investigación, y que el centralismo excesivo ha limitado de manera importante el avance de la misma en los estados.

En México existen unas cuantas instituciones en donde se hace investigación en ingeniería sísmica. A continuación se presenta una lista de las que fueron identificadas por un mayor número de entrevistados (el número de

investigadores que identificó a cada institución se proporciona en el concentrado del Apéndice 4, pregunta Núm. 4). En la lista se anexan los comentarios que los entrevistados proporcionaron acerca de las mismas.

- Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se realiza investigación básica y aplicada en suelos y estructuras, riesgo sísmico, estructuras especiales, edificios con disipadores de energía, geotecnia, instrumentación, ingeniería sísmológica, seguridad sísmica. Se hace investigación tanto experimental como analítica. Se dedican esfuerzos a normatividad.
- Área de Estructuras de la Universidad Autónoma Metropolitana. Se realiza investigación básica y de aplicación. Se han dedicado esfuerzos a la zonificación de centros urbanos. Se investiga sobre riesgo sísmico, instrumentación, rehabilitación, ingeniería sísmológica, seguridad sísmica. Se hace investigación tanto experimental como analítica. Se ha establecido contacto con la profesión y con provincia.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Se realiza investigación tanto básica como aplicada. Se dedican esfuerzos a conocer la respuesta de suelos y de estructuras. Se investiga sobre riesgo sísmico, instrumentación, ingeniería sísmológica, geofísica, seguridad sísmica. Se hace investigación tanto experimental como analítica.
- Universidad Autónoma del Estado, de México. Se ha hecho la zonificación de algunos centros urbanos. Se estudia sobre riesgo sísmico, instrumentación, rehabilitación, seguridad sísmica. Se realiza investigación experimental y analítica. Se realiza investigación regional aplicada.
- Fundación Javier Barros Sierra. Se realiza investigación básica y aplicada en suelos y estructuras. Además se hace desarrollo de tecnología, especialmente sobre instrumentación sísmica. Se investiga sobre ingeniería sísmológica.

Se puede apreciar que cuatro de las instituciones en la lista anterior se ubican en el D.F. Esta realidad es identificada plenamente por los investigadores entrevistados, que por unanimidad consideran que existe una centralización excesiva en el país. También existe el sentir que la descentralización requerida debe darse con ayuda de los grupos ya establecidos, y que debe contemplar la formación de recursos humanos y el desarrollo de infraestructura en los estados. Un número importante de investigadores considera que una forma de darle inicio a la descentralización consiste en la formulación de proyectos de investigación, con la participación de grupos locales, enfocados a resolver problemas regionales. Sin embargo, algunos investigadores advierten que

para hacer esto posible es necesario transformar la visión de las instituciones encargadas de apoyar la investigación en México (identificándose específicamente al CONACYT y el SNI), para evitar que descalifiquen investigadores o grupos de investigación emergentes o de provincia.

**INTERCAMBIO ACADÉMICO.** De acuerdo con los investigadores entrevistados, se da un intercambio académico moderado entre las diferentes instituciones e investigadores. Sin embargo, es el sentir de varios de los entrevistados que es necesario intensificar y articular mejor dicho intercambio. Entre las sugerencias para alcanzar este objetivo, destaca la propuesta de formular y realizar proyectos interinstitucionales de investigación, que deben darse dentro de un contexto multidisciplinario. Algunos de los entrevistados advierten que para hacer esto posible, es necesario corregir las actitudes con que hasta la fecha se ha dado la interacción entre las instituciones, y que debe existir solidaridad de parte de los grupos grandes hacia los grupos pequeños. Otras sugerencias al respecto son la organización y creación foros de discusión en provincia (cursos, seminarios, simposiums, etc.), y la canalización de mayores recursos a los estados.

Una nota alentadora en cuanto al intercambio académico interinstitucional lo ha dado la red de colaboración científica a nivel nacional denominada Grupo Interuniversitario de Ingeniería Sísmica, que engloba a ocho universidades de provincia y del D.F.

#### 5.4 MEDIO PROFESIONAL.

**INTERACCIÓN CON INGENIEROS DE LA PRÁCTICA Y CON ESTUDIANTES DE POSGRADO.** La mayoría de los investigadores entrevistados considera que en México no se da un intercambio activo de opiniones y conocimiento entre proyectistas e investigadores, y que por tanto, el proyectista no contribuye en forma importante al desarrollo de la investigación en esta disciplina. También se menciona que dicho intercambio de ideas muchas veces no se da tampoco entre investigadores. Sin embargo, la mayoría de los investigadores entrevistados considera importante dicho intercambio, y opina que puede fomentarse por medio de la creación de foros que reúnan a los diferentes profesionistas involucrados en esta disciplina, incluyendo a los arquitectos, proyectistas y constructores. Un investigador comenta que un foro ideal para esto son las sociedades profesionales, aunque considera necesario que dichas sociedades desarrollen mayor interés por los aspectos técnicos.

Alrededor de tres cuartas partes de los entrevistados consideran que el investigador mexicano no asume un papel activo en la transferencia de sus resultados y conclusiones a la práctica (salvo excepciones honrosas). Un

investigador comenta que los criterios de evaluación del trabajo del investigador fomentan que este invierta sus esfuerzos en otras direcciones.

La mayoría de los investigadores entrevistados considera que no es posible desarrollar proyectos de investigación de importancia con base en el trabajo de los estudiantes de posgrado a quienes asesoran. Este hecho tiene causas tan diversas como la falta de recursos para educar o retener alumnos brillantes, hasta programas deficientes de educación a todos los niveles.

**DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO.** La mayoría de los investigadores entrevistados también considera que en México se presentan serias deficiencias que frenan la difusión de los avances en esta disciplina. Aunque fue posible apreciar una producción importante (resumida en el concentrado del Apéndice 4, pregunta Núm. 10) y hasta prolífica de varios de los entrevistados, un porcentaje importante de ellos confiesa no tomar en cuenta que sus publicaciones pueden ser leídas por proyectistas.

En otro aspecto, la mayoría de los entrevistados considera que no existe en México un número adecuado de revistas técnicas de alta calidad. Al respecto, se dieron comentarios variados como los siguientes: 1) que en México no hay suficientes lectores para justificar la publicación de más revistas técnicas especializadas, y 2) que la falta de una revista mexicana de buena calidad constituye un serio obstáculo para el desarrollo de esta disciplina. Un comentario final al respecto nota que ninguna revista técnica sobre ingeniería civil forma parte del padrón de excelencia del CONACYT.

## 5.5 INVESTIGACIÓN REQUERIDA EN MÉXICO SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA.

Entre los proyectos que debieran emprenderse a corto y mediano plazo, los investigadores identificaron los siguientes:

- Zonificación y estudios de riesgo sísmico de centros urbanos importantes
- Actualización y elaboración de normatividad regional.
- Instrumentación sísmica del subsuelo y edificaciones, e identificación estructural.
- Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes.
- Materiales y sistemas estructurales innovadores.
- Vulnerabilidad y diseño sísmico de vivienda

La gran mayoría de los entrevistados considera que el país está en condiciones de emprender estos proyectos, y contemplan que la realización de los mismos tendría repercusiones importantes en el estado de la ingeniería sísmica nacional conforme a lo siguiente:



- La ingeniería sísmica cumpliría mejor su función social.
- Se contaría con valores de diseño aplicables a nivel municipal.
- Se tendría mayor conocimiento sobre la vulnerabilidad de las construcciones existentes.
- Habría un mayor conocimiento de la respuesta del suelo y las estructuras, lo que permitiría la calibración de modelos de predicción de la respuesta sísmica con fines de diseño.
- Se tendría mayor información científica y práctica en temas poco documentados (por ejemplo, rehabilitación estructural y diseño de sistemas innovadores)

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, DE CAMPO Y ANALÍTICA. A pesar de que todos los entrevistados consideran que el desarrollo de la investigación experimental y de campo es esencial para el progreso de esta disciplina, prácticamente por unanimidad consideran que no se apoya adecuadamente a este tipo de investigaciones en México. Un porcentaje importante de los investigadores entrevistados notan la falta de criterios adecuados para valorar el esfuerzo invertido en este tipo de actividades, y algunos observan la necesidad de descentralizar la infraestructura experimental, y de integrar a los centros que disponen de estos recursos con otras instituciones.

Como consecuencia de los problemas identificados en el párrafo anterior, y del desarrollo de computadoras personales con gran capacidad, la investigación analítica tiende a ocupar espacios propios de la investigación experimental y de campo. Esta observación se refleja en el hecho de que mientras más de la mitad de los entrevistados considera que en el país se da una tendencia a favorecer el trabajo analítico, varios de ellos comentan que esta tendencia es consecuencia de la falta de oportunidades en los otros campos.

NORMATIVIDAD. El investigador mexicano considera que existen varias deficiencias en cuanto a la normatividad en el país, e identifica acciones para mitigarlas. La mitad de los entrevistados considera que una de las deficiencias mayores es la falta de normatividad a nivel municipal, y la necesidad de involucrar las condiciones y recursos humanos locales en elaborar esta. Un investigador comenta que en varias ciudades importantes de los estados se está elaborando y actualizando con éxito la normatividad local.

En cuanto al contenido de los reglamentos, se hizo patente la opinión de algunos investigadores respecto a la necesidad de aclarar varios aspectos de la reglamentación actual, y se identificaron propuestas en cuanto a posibles cambios y condiciones bajo las cuales deban darse. También se hizo notar la

necesidad de buscar mecanismos que aseguren la aplicación de la normatividad vigente.

En cuanto a la actualización de la normatividad, la mayoría de los entrevistados considera necesario que los códigos sean más explícitos en cuanto a la forma de aplicación y el contexto de sus requerimientos técnicos. Un porcentaje importante de investigadores considera que es necesario aclarar varios de los conceptos, factores, e inclusive la redacción y nomenclatura involucrada en la reglamentación actual, mientras que otros identifican la necesidad de hacer cambios en filosofía y formato.

En cuanto a estos cambios, algunos investigadores mencionaron las siguientes propuestas: 1) que cada código se limite a definir criterios básicos de análisis y diseño, y no contenga normas complementarias; 2) que se elaborare un código básico a nivel nacional que proporcione congruencia a la normatividad a nivel regional.

Por otro lado se observó que los cambios deben darse en forma gradual, tomando en cuenta investigaciones recientes y opiniones de proyectistas.

Finalmente, algunos investigadores resaltan que probablemente sea mas importante la difusión y educación en cuanto al uso de la normatividad actual, que la actualización de la misma.

## 5.6 LOGROS Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO.

En esta sección se resumen las percepciones de los investigadores entrevistados en cuanto a los mayores logros y limitaciones de la investigación de la ingeniería sísmica en México. Dado que no es posible incluir aquí todas las opiniones que se dieron debido a la variedad de las mismas, se invita al lector a leer el concentrado del Apéndice 4, pregunta Núm. 13.

**LOGROS.** De acuerdo al número de entrevistados que los identificaron, se puede considerar que los mayores logros en el país son el estudio y entendimiento de la respuesta de suelos y estructuras ante excitación sísmica, y la existencia de grupos de investigación con prestigio internacional. Otros logros de importancia son el desarrollo de una normatividad sísmica propia, el surgimiento de grupos de investigación jóvenes e independientes en varios puntos del país, y la instalación de la red acelerométrica de la Cd. de México.

**LIMITACIONES.** Algunas limitaciones importantes son la falta de cooperación entre los diferentes grupos de investigadores, la falta de articulación en las políticas para el desarrollo de este campo, y los hechos de que generalmente se responde después de sismos importantes y de que la información técnica

no llega a nivel municipal. Puede considerarse que la mayor limitación en el país es la falta de trascendencia y repercusión de esta disciplina en la sociedad en general

### 5.7 ACCIONES DESEABLES.

En esta sección se resumen las acciones que, de acuerdo con los investigadores entrevistados, deben emprenderse para enfrentar la problemática que vive el país. Estas son las siguientes:

- Eliminar el centralismo académico y de recursos en esta disciplina (creación de grupos e infraestructura regional).
- Mejorar el intercambio interinstitucional y darle un enfoque multidisciplinario.
- Mejorar el intercambio entre investigadores y sector productivo.
- Crear recursos humanos por medio del fomento y mejoramiento de la educación de esta disciplina a todos los niveles, y como consecuencia de la realización de los proyectos de investigación.
- Impulsar actividades de investigación más directamente vinculadas con las necesidades inmediatas del país y que culminen con recomendaciones de carácter práctico.

Es necesario aclarar que en esta sección no se han incluido todas las acciones deseables ni las observaciones relevantes que los entrevistados hicieron en cuanto al mejoramiento de la investigación en Ingeniería Sísmica en México. El lector podrá encontrar información más completa en el concentrado de las preguntas 12, 13 y 14 del Apéndice 4.

## 6. VISIÓN GLOBAL DE LAS OPINIONES RECADADAS.

En esta sección se hace un esfuerzo por asimilar y comparar las apreciaciones de los diferentes sectores que componen la comunidad de la ingeniería sísmica en México y se remata con algunas acciones que se recomiendan emprender.

### 6.1 RECURSOS DISPONIBLES.

En general se aprecia que las empresas privadas, así como las instituciones académicas y oficiales del D.F. tienen acceso a recursos humanos y

materiales que les permiten ejercer su profesión sin limitaciones severas. Sin embargo, las condiciones que se dan en el interior del país son mucho más limitadas. Entre las carencias más importantes se apreció en general la falta de personal técnico con una capacitación adecuada, así como falta de equipo de campo y de laboratorio.

La mayoría de los proyectistas particulares y de dependencias oficiales consideran adecuados los servicios que les prestan las empresas consultoras; sin embargo una parte de proyectistas particulares e investigadores califica dichos servicios como inadecuados y expresa dudas acerca de su confiabilidad ya que en muchos casos los miembros de estas empresas no tienen tiempo de supervisar directamente todos los trabajos bajo su responsabilidad.

Los problemas parecen no estar asociados exclusivamente a la calidad, ya que algunos proyectistas comentan que sería deseable contar con más servicios de ingeniería.

Los proyectistas de dependencias oficiales, que son los que expresan más confianza en los trabajos de las empresas consultoras, buscan regularmente el apoyo técnico del proyectista particular, y en otros casos de centros o instituciones de investigación, para el planteamiento y diseño sísmico de obras de importancia.

Se aprecia que, en la mayoría de las instituciones donde se lleva a cabo la investigación y educación sobre ingeniería sísmica en el país, estas se dan entre carencias y deficiencias importantes, tanto en recursos humanos como materiales. En general, es notoria la falta de docentes, investigadores y de personal técnico con la capacitación requerida, y la escasa interacción con estudiantes de alto nivel académico. En el caso de estudiantes de doctorado, no sólo la calidad es una limitante, sino su cantidad también. Esto ocurre principalmente en los estados.

En cuanto a recursos materiales, se contempla un panorama aun más desfavorable, especialmente en la necesidad de crear infraestructura experimental y de campo en todo el país. Aparte de que en el interior del país se expresa que las carencias y deficiencias anteriores son más pronunciadas, se aprecia también la urgencia de proveer a las instituciones con una mejor capacidad de cómputo. Finalmente se identificaron deficiencias generalizadas en recursos como bibliotecas, hemerotecas, medios de difusión y comunicación, y transporte de equipo de campo.

En las dependencias oficiales se aprecia una falta de articulación en el planteamiento de soluciones prototipo, y de la coordinación entre las diferentes dependencias para el intercambio de las mismas.



Las dependencias oficiales ubicadas en los estados hacen ver que sus recursos humanos y materiales son muy inadecuados.

## 6.2 PRÁCTICA PROFESIONAL.

Como parte de su práctica profesional, los proyectistas del D.F. intervienen en el diseño sísmico de estructuras en diferentes estados y ciudades de la República Mexicana.

Los proyectistas de dependencias oficiales que se entrevistaron centran su práctica alrededor del diseño sísmico de obras de infraestructura, mientras que los proyectistas particulares tienen una práctica más extendida, que incluye el diseño de edificación de todo tipo, de naves industriales y centros comerciales, y también de obras de infraestructura. Es importante notar que la incursión del proyectista particular en el diseño de obras de infraestructura es consecuencia, en parte, de que el proyectista de dependencias oficiales recurra regularmente a él para plantear este tipo de obras.

Un porcentaje importante de ambos grupos de proyectistas identifica como actividades relevantes de su práctica la supervisión y dirección de obra, y la evaluación y rehabilitación estructural.

**PROBLEMAS TÉCNICOS.** Dentro de los problemas técnicos de ingeniería que más enfrentan ambos grupos de proyectistas destacan:

- Evaluación y rehabilitación estructural. No sólo se enfrenta la falta de lineamientos en esta área, sino la falta de investigación e información.
- Predicción del comportamiento sísmico de estructuras con fines de diseño. Este problema se da sobretodo para el análisis de estructuras caprichosas o para aquellas para las que no existe normatividad (donde se incluyen las obras de infraestructura, los sistemas estructurales innovadores y la rehabilitación estructural).
- Cuestiones estructurales generales y de detallado. Existen reservas acerca del planteamiento de sistemas estructurales adecuados, y del detallado, especialmente para estructuras con demandas de ductilidad muy altas ( $Q = 4$ ).
- Definición de parámetros de diseño, entre los que se incluyen el factor de comportamiento sísmico y el coeficiente sísmico. Respecto al último, se habla de su carencia a nivel regional (a pesar de la disponibilidad del Manual de Obras Civiles de la CFE), y la necesidad de fundamentar mejor las zonificaciones existentes.

OTROS PROBLEMAS. Se identificaron principalmente dos grupos de problemas importantes para la práctica profesional de la ingeniería sísmica en México.

- Problemas asociados a la falta de entendimiento del fenómeno sísmico. Esto parece afectar tanto a proyectistas particulares como a los de dependencias oficiales. Involucra el trato con arquitectos y propietarios en el caso de los proyectistas particulares, el trato con las autoridades en el caso de proyectistas de dependencias oficiales, así como el trato con el constructor, supervisor y la sociedad en general en el caso de ambos grupos. En general, estos problemas presionan al proyectista a tratar de formular o adaptar soluciones técnicas a problemas que se plantean sin consideraciones adecuadas respecto al problema sísmico. Ejemplos de esto son el poco tiempo que se le da al proyectista para resolver el diseño, los cambios estructurales drásticos que llegan a darse durante el proceso de diseño y aun del de construcción, y la falta de confiabilidad constructiva.
- Problemas asociados a una economía inestable. Estos fueron identificados exclusivamente por los proyectistas particulares. Les obliga en muchos casos a ejercer su profesión en condiciones económicamente inciertas y hasta adversas.

En cuanto al problema de confiabilidad constructiva, la mayoría de los proyectistas particulares del D.F. considera que la práctica constructiva mexicana no resulta en estructuras que reflejan adecuadamente el proyecto estructural, mientras que los proyectistas particulares de los estados consideran que este sí ocurre. Es curioso notar que estas apreciaciones se invierten en el caso de los proyectistas de dependencias oficiales.

En cuanto a quién es responsable por la falta de confiabilidad constructiva, los proyectistas responden según el contexto de su práctica profesional conforme a lo siguiente: el proyectista particular considera que, en orden de importancia, la responsabilidad recae en el constructor, la supervisión, el proyectista y, finalmente, el arquitecto y el propietario; mientras que el proyectista de dependencia oficial considera que esta responsabilidad recae en el proyectista, el constructor, los reglamentos y la supervisión.

### 6.3 INVESTIGACIÓN.

Cuatro de las instituciones de investigación de las cinco más identificadas por los investigadores entrevistados se ubican en el D.F. Este hecho refleja el esquema centralista con que se da la investigación de la ingeniería sísmica en México. La gran mayoría de los investigadores y docentes entrevistados, así

como algunos proyectistas, identifican este centralismo y lo consideran perjudicial para el desarrollo de esta disciplina a nivel nacional.

La apreciación de qué tan adecuada es la infraestructura nacional de investigación difiere considerablemente entre los proyectistas del D.F. y los académicos y proyectistas de los estados. Mientras por un lado la mayoría de los proyectistas del D.F. consideran que dicha infraestructura es adecuada, casi por unanimidad los proyectistas de los estados y los investigadores encuentran serias deficiencias en ella.

Entre las deficiencias más serias de infraestructura que se identificaron está la de equipo experimental y de campo. Estas deficiencias contrastan de lleno con la apreciación de la mayoría de los investigadores de que la investigación experimental y de campo es esencial para el progreso de la disciplina en estudio.

El rezago de la infraestructura de investigación es sólo parte de un conjunto amplio de limitaciones, que abarca la escasez de recursos humanos (incluyendo investigadores) y materiales, de apoyos apropiados, y hasta de políticas y programas que permitan su desarrollo. Los investigadores aprecian serios problemas en varias etapas del proceso de investigación, entre los que destacan la difusión de resultados y su transferencia a la práctica. Sin embargo, no deja de ser alentador el hecho de que la mitad de los investigadores entrevistados contemplan una mejora, a corto y mediano plazo, en las condiciones para el desarrollo de individuos y grupos de investigación.

La mayoría de los proyectistas entrevistados considera que los investigadores y académicos contribuyen mucho a la mejoría de su práctica profesional. Sin embargo, también es necesario notar que se dieron comentarios importantes en el sentido contrario. Cuando se analizan las razones que tuvieron la mayoría de los investigadores entrevistados para plantear sus proyectos de investigación, se aprecia un compromiso, aunque no del todo articulado, del investigador por resolver las necesidades prácticas del proyectista. Esto parecería validar la apreciación de la mayoría de los proyectistas en cuanto a las contribuciones del investigador. Sin embargo, es curioso notar que esta aparente congruencia queda totalmente rebasada por el hecho de que la mayoría de los investigadores consideran que no han asumido, hasta la fecha, el compromiso y responsabilidad de llevar a la práctica sus resultados y conclusiones. Este es un tópico que deberá aclararse en foros multidisciplinarios.

Un número importante de los investigadores y docentes entrevistados, y algunos proyectistas, aprecian que la falta de criterios adecuados para valorar las actividades de los académicos fuerzan a estos a descuidar

actividades que son esenciales para el desarrollo de la ingeniería sísmica en México. En particular, es prevalente el sentir de que se da demasiada importancia a la publicación de artículos en revistas con arbitraje estricto, en detrimento de la docencia, la transferencia a la práctica y la difusión en México de su investigación.

INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA SÍSMICA REQUERIDA EN MÉXICO. La tabla que sigue presenta en la primera columna algunos tópicos de investigación que, de acuerdo con la mayoría de los proyectistas entrevistados, deben emprenderse en México. En la segunda se indican las propuestas por los investigadores.

Necesidades según los proyectistas.

- Establecer zonificaciones sísmicas a nivel regional y fundamentar mejor las ya existentes (espectros de diseño).
- Actualización y elaboración de normatividad regional.
- Análisis y diseño sísmico de estructuras no reglamentadas (sistemas innovadores, obras de infraestructura, rehabilitación estructural).
- Evaluación y mejoramiento de los métodos de análisis; comportamiento de la cimentación y del suelo, y su interacción con la estructura.
- Otros. Comportamiento y diseño de elementos y estructuras de mampostería; uso de parámetros y criterios para juzgar el comportamiento estructural y no estructural con fines de diseño; viento.

Actividades de los investigadores.

- Zonificación y estudios de riesgo sísmico de centros urbanos importantes.
- Actualización y elaboración de normatividad regional.
- Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes, materiales y sistemas estructurales innovadores.
- Instrumentación sísmica del subsuelo y edificaciones, identificación estructural, calibración de métodos de análisis.
- Otros. Vulnerabilidad y diseño sísmico de vivienda

Como puede apreciarse, en muchos casos coinciden las apreciaciones de los investigadores y de los proyectistas particulares. Es importante notar que la gran mayoría de los investigadores entrevistados considera que el país está en condiciones de emprender o reforzar los proyectos planteados en esta tabla.

#### 6.4 EDUCACIÓN.

Las dos instituciones de educación identificadas por los docentes como las de mejor nivel se ubican en el D.F. Este hecho refleja el esquema centralista con que se da la educación de la ingeniería sísmica en México.



Un gran porcentaje de los docentes entrevistados encuentra serias deficiencias con la infraestructura de que disponen en sus instituciones para llevar a cabo el proceso de educación. Entre las deficiencias de infraestructura más serias que se identificaron está la de equipo experimental y de campo en todo el país, y de herramientas de cómputo en los estados. Estas deficiencias contrastan con la apreciación de la mayoría de los docentes de que la investigación experimental y de campo es esencial para la educación de esta disciplina, sobre todo a nivel de posgrado.

Como en el caso de investigación, la infraestructura física y los recursos humanos son insuficientes, y es notoria la percepción, sobre todo de los docentes de provincia, de que no existen políticas adecuadas por parte de instituciones como CONACYT para asignar apoyo económico que permita superar varios de los problemas identificados. Finalmente, en varias instituciones se aprecia la inexistencia de programas de apoyo para la actualización del docente.

En una gran cantidad de instituciones de educación superior en el país, la educación en ingeniería sísmica se limita a un curso, el cual en algunas ocasiones es optativo. Muchos de los docentes aprecian una falta de atención a los programas de estudio en esta área, tanto a nivel académico como de apoyo para los estudiantes. También se apreció el sentir de parte de los docentes de que convendría incorporar, sobre todo para estudios de posgrado, los aspectos experimental y de campo. Sin embargo, es notorio que la educación en México se da al margen de estos por la falta de acceso a la infraestructura necesaria.

En años recientes, la matrícula en esta área ha ido disminuyendo progresivamente, sobre todo en posgrado, probablemente como consecuencia de la situación económica del país y la falta de interés y apoyo mencionada arriba. Es importante destacar la preocupación de algunos docentes, investigadores y proyectistas, en el sentido de que la mayoría de jóvenes brillantes están optando por el estudio de otras carreras, en detrimento de la producción de ingenieros estructurales de buena calidad.

La mayoría de los proyectistas particulares entrevistados comentan haber asistido recientemente a cursos de educación continua, mientras que la mayoría de los proyectistas de dependencias oficiales que se entrevistaron no lo han hecho. Esta última apreciación puede reflejar un sesgo en la muestra de los entrevistados, pues un análisis más cercano señala que la apreciación mencionada no refleja la realidad. Ambos grupos de proyectistas notan su asistencia a congresos o eventos similares. En general, los proyectistas aprecian que los congresos están mejor organizados que los cursos de educación continua. En cuanto a estos últimos, existe cierta ambigüedad de

parte del proyectista del D.F. en cuanto a la calidad y cantidad con que se ofrecen.

Un porcentaje importante de proyectistas aprecian que el país no cuenta con suficientes bancos de información sobre temas relacionados con sismología e ingeniería sísmica, y que no se les da suficiente difusión a los pocos que existen.

La mayoría de los proyectistas entrevistados (con mayor énfasis por parte de los de los estados) considera que la educación en México no contempla las necesidades de su práctica profesional. Sin embargo, esta apreciación difiere mucho de acuerdo al grado académico del egresado, ya que casi por unanimidad se considera inadecuado el nivel de conocimientos de ingeniería sísmica de los egresados de licenciatura mientras que, casi por el mismo margen, se considera adecuado el nivel técnico del egresado de posgrado. Es interesante notar que a pregunta específica, la mayoría de los proyectistas considera que una manera de subsanar las deficiencias detectadas consista en reforzar la educación básica del estudiante.

En cuanto al número de estudiantes de licenciatura, la mayoría de los proyectistas considera que es adecuado conforme a sus necesidades. Esta misma apreciación la comparten los proyectistas del D.F. en cuanto al número de egresados de programas de posgrado, mientras que es notoria la falta de disponibilidad de egresados con posgrado a los proyectistas de los estados. Es interesante notar que la mayoría de los proyectistas particulares consideran no poder incorporar de manera permanente ingenieros con posgrado a sus despachos (principalmente por razones económicas), mientras que la mayoría de los proyectistas de dependencias oficiales consideran lo contrario.

Varios proyectistas opinan que es necesario enfatizar la enseñanza básica del diseño y detallado sísmico en las instituciones de educación superior, mientras que consideran importante y conveniente la formación y fomento de especializaciones y diplomados con enfoques prácticos. Al respecto, es importante recalcar el apoyo casi unánime de los docentes entrevistados a crear este tipo de especializaciones.

## 6.5 PERFIL TÉCNICO.

**HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.** Es notoria la apreciación casi unánime de los proyectistas entrevistados en el D.F. que las herramientas de análisis y la normatividad con la que trabajan son adecuadas dentro del contexto de su práctica. También fue posible identificar el carácter progresista de los

proyectistas mexicanos, ya que a pesar de lo anterior, la mayoría de ellos considera deseable actualizar dichos métodos.

Parte de esta actualización la aprecian varios proyectistas como la necesidad de aclarar la aplicación de las herramientas que tienen disponibles, sobre todo para estructuras irregulares o poco comunes. El otro aspecto contemplado por la mayoría de ellos consiste en establecer y usar herramientas de análisis más elaboradas. La mayoría de los que apoyan el uso de herramientas más elaboradas comenta que dicho uso debe reservarse para estructuras especiales y con carácter de opcional. Es importante notar que muchos de los comentarios proporcionados por los proyectistas los hacen en el sentido del cuidado que debe ponerse en la actualización de herramientas y metodologías de análisis.

A pesar de su apreciación de que en general estos métodos son adecuados, los proyectistas identifican varias especificaciones que le son vagas o demasiado complicadas o irreales para su implantación en la práctica. La mayoría de los proyectistas consideran que un paso importante en dicha actualización consiste en hacerlos más explícitos en cuanto al contexto de su uso y limitaciones. Al respecto, es interesante notar que varios investigadores consideran que es necesario aclarar varios de los conceptos, factores, e inclusive la redacción y nomenclatura involucradas en la reglamentación actual. A su vez, varios proyectistas consideran conveniente simplificar, para estructuras sencillas y regulares, los requerimientos de diseño y detallado, aunque aclaran que esta simplificación debe acompañarse con guías de aplicabilidad. Finalmente, vale la pena notar que casi por unanimidad los proyectistas consideran que es igual o más importante mejorar los procedimientos actuales de diseño y detallado que los métodos de análisis, y que algunos investigadores aprecian que es más importante la difusión y educación en cuanto al uso de la normatividad actual, que la actualización de la misma.

**NORMATIVIDAD.** Uno de los grandes problemas de la normatividad nacional, apreciado por igual por proyectistas e investigadores, es lo inadecuado de la normatividad a nivel regional o la falta de la misma. Como consecuencia de esto, es común que los proyectistas apliquen o adapten reglamentos concebidos para otros lugares, o que encuentren incongruencias entre varias reglamentaciones que pueden usarse para un lugar dado.

Otra de las carencias importantes de la normatividad nacional es la falta de ella para el análisis y diseño de una gran gama de estructuras, principalmente las de obras de infraestructura, y abarca problemas tales como la evaluación y rehabilitación sísmica y el desarrollo y aplicación de sistemas innovadores tales como la disipación pasiva de energía y el aislamiento sísmico.

En general, los proyectistas particulares del D.F. tienden a satisfacer los requerimientos mínimos especificados por su normatividad local. Sin embargo, se nota en los proyectistas particulares de los estados y en los de dependencias oficiales una mayor tendencia a no aplicar la normatividad nacional de la que disponen. Probablemente la razón para esto se encuentre en las carencias y deficiencias que se observan en la normatividad nacional a nivel regional y para obras de infraestructura. Para subsanar estas limitaciones, el proyectista de dependencias oficiales recurre a normatividad internacional, a su experiencia respaldada con cualquier información que tenga disponible, y/o al apoyo de institutos o centros de investigación nacional.

## 6.6 MEDIO PROFESIONAL.

En México es notoria la falta de articulación con que se da el intercambio profesional entre los diferentes sectores involucrados en esta área de la ingeniería (proyectista, investigador y docente). Sin embargo, es importante notar la apreciación casi general de que dicha articulación redundaría en beneficios notables en el desarrollo de esta disciplina, tanto para la práctica como para la academia.

Aunque en general tanto proyectistas como investigadores y docentes aprecian un intercambio insuficiente entre la investigación y la práctica, esta apreciación varía considerablemente entre los diferentes sectores. Por ejemplo, aunque se dan comentarios en el sentido de que la normatividad debe reflejar sus necesidades y opiniones, la mayoría de los proyectistas considera que el investigador en México contribuye de regular a mucho al desarrollo de su práctica. Sin embargo, los investigadores consideran que el proyectista no contribuye en forma importante al desarrollo de la investigación en esta disciplina. Cabe aclarar que todos consideran muy importante este intercambio, y se plantean formas de mejorarlo.

Por unanimidad los docentes entrevistados consideran conveniente la participación de proyectistas en la educación de los estudiantes en México. Varios de ellos reconocen la necesidad de articular más dicha interacción.

En cuanto a los proyectistas, es notoria su percepción de que sus necesidades no son tomadas en cuenta durante el proceso educativo.

Aunque la mayoría de los investigadores en México consideran sostener intercambios académicos que califican de moderados, es notoria la percepción de varios de ellos de que estos no están suficientemente articulados. Un panorama similar se aprecia en los intercambios académicos entre docentes. En cuanto al intercambio del docente con el investigador, el primero menciona que muchos de los investigadores no cumplen



satisfactoriamente sus obligaciones docentes, y que una razón para esto son las políticas inadecuadas que se utilizan para evaluar sus actividades académicas.

**DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO.** Con excepción de los proyectistas oficiales del D.F., los demás proyectistas y los investigadores consideran inadecuado el nivel de difusión que se da en México a los últimos avances en el área de ingeniería sísmica. A pesar de lo importante de la producción de los investigadores entrevistados, un porcentaje importante de ellos confiesa no tomar en cuenta al proyectista cuando escribe artículos u otro material técnico. Esto se refleja directamente en la apreciación de la gran mayoría de los proyectistas entrevistados en el sentido de que no pueden aprovechar la mayoría de los artículos escritos por académicos porque es difícil entenderlos. En cuanto a los investigadores, la mayoría de ellos considera que no existe en México un número adecuado de revistas técnicas de alta calidad. También se dieron opiniones en el sentido de que no hay suficientes lectores en México de revistas especializadas. Ninguna de nuestras revistas técnicas sobre ingeniería civil forma parte del padrón de excelencia que al respecto ha establecido el CONACYT, en parte porque su orientación y objetivos son diferentes a los que trata de estimular esta institución.

#### 6.7 ACCIONES DESEABLES.

Del análisis de la información anterior se concluye la necesidad de tomarse acciones orientadas en varias direcciones. Tales acciones se agrupan como sigue:

Elaboración de políticas oficiales congruentes de apoyo a la investigación y a la educación. Los investigadores, docentes y proyectistas urgen un apoyo más decidido y eficiente a la investigación y a la educación en ingeniería sísmica en México. Para ello observan la necesidad de establecer políticas coherentes a nivel nacional. Una parte importante de su formulación consiste en lo siguiente:

- Corregir las políticas con que hasta la fecha se evalúa el trabajo académico del investigador (SNI), y con el que instituciones como el CONACYT deciden apoyar a las instituciones educativas y de investigación del país. Existe una percepción que tanto el SNI como el CONACYT deben dejar de hacer sus evaluaciones como si se ubicaran en un país desarrollado, para hacer posible el desarrollo en México de recursos humanos capacitados y de infraestructura educativa y de investigación. Esta postura no es unánime y amerita un análisis más profundo.

- Se considera urgente hacer esfuerzos por lograr una descentralización académica en México. De acuerdo con los entrevistados, esta descentralización debe darse con ayuda de los grupos ya establecidos, y debe contemplar la formación de recursos humanos y el desarrollo de infraestructura en los estados. Se aprecia que en muchos casos el apoyo que debe darse a las instituciones de los estados debe incluir tanto recursos como asesoría. Propuestas específicas para iniciar este proceso son la formulación de proyectos de investigación, con la participación de grupos locales, enfocados a resolver problemas regionales. Otro aspecto importante es la descentralización de la infraestructura experimental y el establecimiento de mecanismos que estimulen su uso compartido por diversas instituciones.

Profesionalización de quienes participan en la realización de las obras, desde el proyecto hasta la ejecución, operación y mantenimiento. Además de elevar la preparación básica y técnica de los involucrados es indispensable inculcarles sentido de responsabilidad profesional y social, que los conduzca a realizar sus trabajos con los mayores niveles de calidad y confiabilidad.

Concientizar a la sociedad sobre el problema sísmico. Las sociedades técnicas deben fortalecerse para lograr ayudar a la comunidad de la ingeniería sísmica en México a alcanzar este objetivo. Dentro de las acciones concretas se propone:

- Concientizar al arquitecto y al propietario. Se propone informar tanto a arquitectos como a propietarios sobre el problema sísmico y el papel que juega el proyectista en el planteamiento de soluciones técnicas, de manera de favorecer la comunicación entre ellos.
- Concientizar a la sociedad en general. Es necesario que el país en conjunto tenga una percepción clara del problema sísmico en México, para mejorar las condiciones dentro de la cual se da la práctica en esta disciplina. Se considera conveniente introducir estos temas en la educación básica y media (Primaria, Secundaria y Preparatoria).

Mejorar la normatividad nacional y difundirla. Entre las acciones concretas se identifican las siguientes:

- Elaborar y mejorar la normatividad a nivel local. Esta formulación debe considerar las condiciones locales y la opinión del ingeniero local, y de preferencia debe tener congruencia a nivel nacional.
- Proponer una normatividad para estructuras especiales. Se aprecia la necesidad de desarrollar herramientas y recomendaciones para el diseño

de estructuras diferentes a edificios, para la rehabilitación estructural y para sistemas estructurales innovadores.

- Difundir guías y ejemplos de diseño, que no sean ambiguos, y que ayuden al diseñador a interpretar las especificaciones técnicas de la normatividad actual.

Propiciar un acercamiento intra e intersectorial de los diferentes grupos que componen la comunidad de ingeniería sísmica en México. Se considera que parte central de este acercamiento radica en la creación de foros que reúnan a los diferentes profesionistas involucrados en esta disciplina. Se perciben como foros ideales para alcanzar esto las sociedades profesionales, aunque se juzga necesario que algunas sociedades desarrollen mayor interés por aspectos técnicos. Entre los logros más importantes de este acercamiento se contempla:

- Propiciar acercamiento entre la investigación y la práctica. Este acercamiento debe contemplar la formulación de proyectos de investigación acordes con las necesidades del sector productivo, la difusión de resultados de investigación y la elaboración de recomendaciones prácticas a partir de estos. Además debe contemplar la contribución más decidida del proyectista a la investigación de esta disciplina.
- Estimular el acercamiento entre los investigadores. Se contempla la formulación y realización de proyectos interinstitucionales y multidisciplinarios de investigación, involucrando además a investigadores de provincia.
- Fomentar el acercamiento entre los docentes. Se hace ver la necesidad de que los docentes se involucren más en la organización de cursos, conferencias, etc., y que participen con su asistencia. También se contempla el intercambio académico de profesores (sabáticos/estancias académicas), y la formulación de convenios interinstitucionales con objetivos específicos.

Formación de recursos humanos con buen nivel de capacitación y especialización. Como parte de este objetivo se contempla lo siguiente:

- Fomentar y mejorar la educación de esta disciplina a todos los niveles. Plantear criterios uniformes en los planes de estudio de licenciatura y posgrado de las diferentes instituciones. Crear planes de posgrado, y sobretodo especialidades prácticas, en las diferentes instituciones educativas del país. Aquí debe recalcarse la necesidad de un desarrollo más equilibrado entre el D.F. y los estados, así como el replanteamiento de

las políticas con las que se decide apoyar a las instituciones educativas del país. También se aprecia como importante el lograr un apoyo decidido por parte de las autoridades de las instituciones educativas y del país a la educación en esta disciplina. Varios proyectistas recalcan que debe enfatizarse la educación en los aspectos básicos de estructuración y detallado, mientras que la mayoría de los académicos considera conveniente incorporar experiencias de laboratorio y de campo en la educación de esta disciplina, sobre todo a nivel posgrado.

- Fomentar la creación de especialidades y diplomados que respondan mejor a necesidades específicas de empresas e instituciones que preparen mejor a los egresados que ingresan al mercado laboral.
- Reforzar los programas de educación continua, principalmente en los estados.
- Usar proyectos de investigación para la formación de recursos humanos.
- Evitar la fuga de cerebros de esta disciplina a otras actividades profesionales. Es importante recapturar alumnos de buen nivel a esta área del conocimiento por medio de estímulos y la difusión de la importancia de la ingeniería sísmica en México. Parte importante de este esfuerzo consiste en luchar por que existan perspectivas profesionales adecuadas al ingeniero estructural en nuestro país.

Creación de infraestructura y grupos de investigación. Como parte de este objetivo se contempla:

- Aprovechar el financiamiento proporcionado para la realización de proyectos de investigación para crear infraestructura y grupos de investigación, sobretodo en los estados. Para ellos se requiere de la solidaridad de los grupos de investigación de prestigio y el replanteamiento de las políticas con las que se decide apoyar a la investigación en el país.

Revisión de los aspectos técnico-legales asociados con la práctica profesional.

- Evitar el exceso de responsabilidad del estructurista. Crear legislación que permita deslindar la responsabilidad del proyectista con base en criterios técnicos.
- Proporcionar a las especificaciones contractuales un alcance técnico adecuado.



- Crear un seguro de diseño.
- Implantar políticas adecuadas de calidad y supervisión técnica, incluyendo la creación y mejoramiento de la normatividad para regular las actividades del constructor y el inspector, y sus interacciones con el proyectista.
- Establecer aranceles y crear un registro de estructuristas, acorde con su preparación académica y profesional.
- Reformar la Ley de Obras Públicas para que no imponga trabas a la labor de las empresas consultoras.

## 7. COMENTARIOS FINALES

En los capítulos anteriores se resumen y analizan los puntos de vista presentados en la encuesta y se proponen conclusiones y recomendaciones detalladas en relación con una gran cantidad de puntos específicos. Cada uno de los capítulos 2 a 5 se refiere a uno de los grupos que participaron, mientras que en el Capítulo 6 se trata de dar una visión de conjunto de los puntos de vista, las conclusiones y las recomendaciones. El objetivo de este último capítulo es presentar en unas cuantas líneas las principales conclusiones y recomendaciones a nivel general. El fin último de este esfuerzo es ofrecer una visión resumida de las grandes líneas a las que deberemos dedicar atención todos los que tenemos la responsabilidad de impulsar el desarrollo de la Ingeniería Sísmica en nuestro país. Esperamos que esto facilite y estimule la reflexión y el emprendimiento de acciones coordinadas.

Al realizar este resumen hemos tratado de omitir aquello que por conocido puede parecer superfluo repetir, tomando en cuenta que se encuentra en el texto principal del documento. Sin embargo, por ser temas en los que se insiste con mucha frecuencia, empezaremos por recordar las limitaciones y carencias relacionadas con recursos humanos y de infraestructura en los sistemas educativo y de investigación, principalmente en las instituciones de provincia. Lo mismo puede decirse en relación con la escasa disponibilidad de documentos normativos de aplicabilidad regional y local que hayan sido implantados con la participación de los profesionales de cada localidad y que sean congruentes con el estado actual del conocimiento.

El énfasis de este capítulo se dedica a las acciones requeridas para superar limitaciones y para llenar lagunas; por eso la atención se concentra en ellas y no se dedica atención a mencionar virtudes y éxitos, los que no son despreciables. En algunos casos las acciones por tomar son obvias en relación con las carencias mencionadas, y por brevedad no se presentan explícitamente. En otros, sólo se identifican problemas para los que no se han

dedicado esfuerzos suficientes para proponer soluciones. La intención en estos últimos es que sirvan de recordatorio de temas que deben estudiarse con cuidado, y que tal vez ameriten el establecimiento de grupos de trabajo con fines específicos.

Al redactar este documento se trató de ofrecer una descripción fiel de los puntos de vista y recomendaciones propuestas. En consecuencia, no es raro encontrar conflictos serios de opinión, tanto entre individuos como entre grupos, o bien entre ellos y la opinión colegiada del comité de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica a cargo de este estudio. Las conclusiones y recomendaciones de este capítulo expresan dicha opinión colegiada. Por claridad y eficiencia, se agrupan en lo que sigue de acuerdo con las diversas orientaciones de las actividades de los profesionales involucrados en la disciplina de interés.

**PRÁCTICA PROFESIONAL.** Se identifican algunos problemas técnicos a los que deben dedicarse esfuerzos de investigación, difusión y, cuando procede, de normalización. Entre ellos destacan los siguientes:

- Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes,
- Selección de sistemas estructurales eficientes y confiables,
- Modelación de los sistemas estructurales para fines de análisis
- Detalles estructurales.

Por otra parte, conviene atender las inquietudes sobre la necesidad de aclarar las formas que establecen las normas vigentes de diseño sísmico para determinar diversos parámetros, tales como los factores de ductilidad y los coeficientes de carga lateral.

Conviene también hacer difusión para ampliar la comprensión del fenómeno sísmico, de manera de concientizar sobre la necesidad de construir obras con el control de calidad adecuado y en concordancia con lo previsto en los proyectos. Deben evitarse los cambios importantes durante la obra, y de ser estrictamente indispensables deben revisarse con mucho cuidado sus posibles implicaciones en la seguridad estructural, y tomar medidas para eliminar las que sean nocivas.

**INVESTIGACIÓN.** Es importante dedicar más atención a la investigación experimental y de campo, las que requieren de una infraestructura más costosa que la teórica. En la provincia, además de estas limitaciones, es notoria la escasez de recursos de cómputo electrónico.

Los temas señalados por los proyectistas como los que más atención requieren son los siguientes:

- Zonificación y normatividad,
- Análisis y diseño de estructuras especiales, no cubiertas por las normas actuales,
- Evaluación y rehabilitación de estructuras,
- Sistemas innovadores: aisladores de base, disipadores de energía, osciladores resonantes,
- Obras de infraestructura, en contraste con las de edificación, que han recibido mucho más atención.

**DIFUSIÓN.** La difusión de los resultados de investigación al medio profesional es deficiente, en parte por insuficiente atención a aspectos directamente relacionados con las aplicaciones prácticas y en parte por la despreocupación de algunos investigadores por transmitir sus resultados a los proyectistas y a los constructores por los medios y en el lenguaje adecuados. Como en otros aspectos, este problema es más notorio en la provincia.

**EDUCACIÓN.** Igual que en relación con la investigación, la preocupación más generalizada es la relativa a las limitaciones de la infraestructura para estudios de tipo experimental y de campo. También se mencionan la escasez de programas de buena calidad en la especialidad y el insuficiente apoyo a la actualización del docente.

En muchos casos, la ingeniería sísmica no existe en los programas de ingeniería civil, o incluye una sola materia semestral, con frecuencia optativa. Habrá que discutir si es aconsejable hacer el tema obligatorio a nivel de licenciatura, o si desde un punto de vista global, que trate de optimizar el empleo de los recursos destinados a formar ingenieros, conviene mantenerlo como optativo. Lo que sí parece obligado es incluirlo con el nivel técnico adecuado en los cursos de posgrado, tanto en las instituciones del Distrito Federal como en las de los estados. También se recomienda establecer especialidades y diplomados con énfasis en el tema. En todo caso, es apremiante mejorar la formación básica de los ingenieros.

Finalmente, tanto en la licenciatura como en posgrado hay que atender con más cuidado los aspectos prácticos; se insiste en el diseño y ejecución de los detalles de refuerzo y conexiones.

**NORMATIVIDAD.** Uno de los problemas más importantes es la carencia de documentos normativos en buena parte de la provincia. Esta carencia suele suplirse recurriendo a los lineamientos establecidos en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, pero este tiene la limitación de que no atiende a las condiciones geotécnicas locales específicas de cada sitio. Urge establecer documentos que establezcan las condiciones mínimas

de diseño en cada región y sitio, y debe lograrse compatibilidad en fondo y forma entre ellos.

En general, se considera que el tipo y alcance de las normas vigentes son adecuadas para las condiciones de México. Algunos consideran que deberían proponerse normas para tipos más generales de los que están cubiertos ahora; sin embargo, teniendo en cuenta que en muchos casos se trata de estructuras especiales, de las que puede presentarse una gran variedad, podría resultar difícil establecer requisitos más detallados que los relativos a criterios generales y niveles de seguridad que deben cumplirse. Lo que sí es factible, y conveniente, es preparar artículos de divulgación, lineamientos y recomendaciones, para el análisis y diseño sísmico de algunos tipos de las estructuras en cuestión.

Es necesario establecer, o revisar en su caso, los mecanismos que garanticen la aplicación de las normas.

**INTERCAMBIO PROFESIONAL.** El intercambio entre proyectistas, constructores, investigadores y docentes es insuficiente y poco articulado. Conviene establecer mecanismos que estimulen el flujo continuo de ideas y de puntos de vista. Así podremos tratar de lograr que los proyectistas presenten los problemas que a su juicio requieren de mayores esfuerzos de investigación y de divulgación, o los que deben cubrirse en los programas académicos, y que los investigadores y docentes, además de responder a estas necesidades, contribuyan a la actualización de quienes trabajan en la práctica y los ayuden a asimilar las nuevas ideas y tendencias que siempre estarán ligadas a la evolución de la tecnología.

Deberá seguirse estimulando la participación de los ingenieros de la práctica e investigadores en docencia. En esta actividad deberá tenerse cuidado en presentar una visión amplia y balanceada de los retos y perspectivas de la disciplina, en sus distintas orientaciones, tanto en los aspectos teóricos como en los prácticos.

**ACCIONES INMEDIATAS.** Es indispensable difundir este documento entre los distintos grupos que influyen o pueden influir en el desarrollo de la ingeniería sísmica en el país, tanto en docencia como en investigación, en normalización y en aplicación a los problemas de la práctica, tanto los usuales como los especiales. Muchos de estos grupos se mencionan en el texto e incluyen las instituciones educativas y de investigación, así como las organizaciones de profesionales, las dependencias oficiales responsables de proyectos que requieren de esta rama de la ingeniería y las responsables del desarrollo tecnológico y socioeconómico de México.



A fin de garantizar la iniciación y el mantenimiento de acciones y programas concretos y coordinados, es necesario que la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C. organice foros de análisis de los problemas que menciona el presente documento. En dichos foros deben participar grupos mixtos e interdisciplinarios, capaces de aportar la visión amplia y la disposición a unir esfuerzos que requieren el desarrollo y la superación constante de nuestra ingeniería sísmica.

# APENDICE 1

## RESUMEN DE LA ENCUESTA REALIZADA ENTRE INGENIEROS DE EMPRESAS PRIVADAS

A continuación se presenta un resumen de las respuestas que los proyectistas de empresas privadas dieron a la encuesta que les planteó el comité de este estudio. Al lado derecho de las respuestas proporcionadas por los proyectistas aparecen dos números: el primero representa el número de proyectistas del D.F. que dieron esa respuesta; mientras que el segundo, ubicado entre paréntesis, representa el número de proyectistas de provincia que dieron dicha respuesta. Cuando se obtuvieron muchas respuestas diferentes para una sola pregunta, varias de estas respuestas se englobaron en la categoría de "Otros". Todas las respuestas dentro de esta categoría comparten el hecho de que fueron dadas por un solo proyectista.

### 1. Comente brevemente el tipo y magnitud de las obras y actividades en las que participa:

- a. Obras de Infraestructura
- b. Naves Industriales/Centros Comerciales
- c. Edificación
- d. Evaluación y rehabilitación estructural
- e. Supervisión y dirección de obra
- f. Otros (riesgo sísmico; revisión de diseño; casas habitación; mecánica de suelos; docencia; actividades gremiales)

### Acorde a su experiencia, ¿Cuales son los problemas técnicos, en el campo de la ingeniería sísmica, que más frecuentemente encuentra?

- |  |        |
|--|--------|
| a. Falta de guías para la evaluación y rehabilitación de estructuras existentes  | 3 (0)  |
| b. Falta de guías para el análisis de estructuras no reglamentadas o caprichosas (modelado, planteamiento del método de análisis, interpretación de resultados y uso de análisis tridimensional)   | 10 (0) |
| c. Falta de entendimiento del planteamiento y comportamiento de la cimentación y su interacción con el suelo   | 4 (0)  |
| d. Falta de reglamentación en provincia  | 4 (3)  |
| e. Baja confiabilidad constructiva   | 5 (0)  |
| f. Planteamiento de cuestiones estructurales generales (estructuración, detallado, definición del factor de comportamiento sísmico Q, factor de irregularidad)   | 5 (0)  |
| g. Tiempo de solución  | 2 (0)  |
| h. Aplicación de normas  | 0 (2)  |
| i. Preparación del personal  | 1 (1)  |
| j. Definición del tipo de suelo, de fronteras entre zonas sísmicas y del coeficiente sísmico   | 1 (3)  |
| k. Otros (excentricidades; carga viva; cascarones; cambios drásticos durante el diseño y construcción; aplicación inmediata de resultados de investigación a la práctica cotidiana; falta de reglamentación y guías de diseño para obras de infraestructura; resistencia real de los materiales) |        |

**Dentro del contexto de la práctica de la ingeniería sísmica, ¿Como comparan los recursos que tiene disponibles y los servicios que se le ofrecen con aquellos que le son necesarios o que le serían deseables? En su respuesta, considere recursos:**

**a) Humanos:**

Personal Técnico	Adecuados <u>11.5 (5)</u>	Inadecuados <u>7.5 (3)</u>
Personal Administrativo	Adecuados <u>16.5 (4)</u>	Inadecuados <u>1.5 (3)</u>

**b) Materiales:**

Equipo de Computo	Adecuados <u>18 (8)</u>	Inadecuados <u>0 (0)</u>
Programas de Computadora	Adecuados <u>17 (8)</u>	Inadecuados <u>1 (0)</u>
Equipo de Laboratorio	Adecuados <u>11 (1.5)</u>	Inadecuados <u>1 (5.5)</u>
Equipo de Campo	Adecuados <u>11 (0.5)</u>	Inadecuados <u>1 (5)</u>
Instrumentación	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>1 (1)</u>
Equipo para revisión de estructuras existentes	Adecuados <u>1.5 (0)</u>	Inadecuados <u>0.5 (0)</u>
Bibliografía	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>1 (1)</u>
Información acelerográfica/planos sísmicos	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>0 (1)</u>

**c) Profesionales o empresas consultoras:** Adecuados 10 (4) Inadecuados 6 (1)

**Comentarios:**

- Conveniente supervisar al subcontratista
- Evitar un crecimiento incontrolado
- Posible capacitar al personal para que alcance un buen nivel ingenieril
- No es posible pagar bien al personal técnico
- Necesario contar con mas profesionistas y servicios de ingeniería
- Existe poca paquetería para estructuras especiales o adaptada a la reglamentación nacional
- Se tiene demasiada confianza en el uso de programas de cómputo
- Se requiere de un planteamiento particular para cada proyecto
- Centralización excesiva del estudio e investigaciones del fenómeno sísmico
- Comunicación escasa entre centros de investigación y empresas consultoras

**2. ¿Ha tenido oportunidad de diseñar estructuras sismorresistentes en diferentes ciudades y estados de la República Mexicana? SI 18 (5) NO 0 (3). En caso afirmativo, ¿Ha tenido dificultades para obtener o interpretar reglamentos de diseño que hayan sido concebidos específicamente para estos sitios? SI 13 (3) NO 4 (4).**

**Comentarios:**

- Se aplican o adaptan reglamentos concebidos para otros lugares (frecuentemente el del D.F.)

- b. No existen reglamentos, son ambiguos o obsoletos, o no se aplican 11 (2)
- c. Se usa el manual de CFE para obras civiles 2 (3)
- d. Existen discrepancias entre el manual de CFE y la reglamentación local 3 (0)
- e. Los coeficientes sísmicos en Guerrero parecen muy altos 1 (1)
- f. El formato de reglamentos de diseño es similar a lo largo del país 0 (2)

**3. ¿Sigue al pie de la letra los requerimientos mínimos de diseño que se establecen en el reglamento o normas de diseño sismorresistente? SI 14 (5.5) NO 4 (2.5). ¿Bajo que circunstancias consideraría necesario recurrir a métodos de análisis, diseño o detallado más sofisticados o completos que los prescritos por el reglamento actual?**

- a. Estructuras complejas (irregulares) y/o importantes 9 (2)
- b. Rehabilitación de estructuras existentes 1 (1)
- c. Estructuras especiales o elementos no reglamentados (disipadores, túneles, puentes) 7 (1)
- d. Casi bajo circunstancias normales 2 (0)
- e. Otros (control de vibraciones; viento sobre fachada; método simplificado; edificios altos; cuando no se cumplen las hipótesis en las que se basan los criterios del reglamento)

**Considera que dichas circunstancias existan dentro del contexto de la práctica mexicana? SI 13 (8) NO 3 (0). En caso de que estas circunstancias no existan, ¿Vislumbra la posibilidad de cambios a corto plazo que puedan darles lugar? SI 3 (2) NO 5 (1).**

**Comentarios:**

- a. Estas circunstancias se dan esporádicamente 1 (0)
- b. Estas circunstancias se dan seguido por las exigencias actuales de los arquitectos 2 (0)
- c. La pésima remuneración económica no lo permite 2 (0)
- d. La existencia de recursos humanos y técnicos de buen nivel lo hace posible 1 (0)
- e. Cuestión personal/estilo de trabajo 2 (0)
- f. Otros (se requiere incorporar con más agilidad los estudios a los reglamentos; deben aclararse la formulación de espectros de diseño y factores de seguridad en el reglamento; la apertura comercial del país conlleva generación de infraestructura de primer nivel; cada vez más el software existente contempla el análisis de estructuras especiales)

**4. ¿Considera que las herramientas que se usan actualmente para llevar a cabo el análisis estructural sean adecuadas conforme a las necesidades de la ingeniería sísmica nacional? Adecuadas 15 (6) Inadecuadas 3 (1). ¿Ha utilizado métodos dinámicos de análisis estructural (análisis modal espectral)? SI 18 (7) NO 0 (1). ¿Considera que este tipo de métodos sean esenciales para la práctica actual del diseño sismorresistente? SI 17 (6) NO 1 (2). ¿Considera necesario el introducir a la práctica herramientas de análisis más sofisticadas (por ejemplo, métodos no lineales de análisis estructural para la revisión del diseño)? SI 9 (5) NO 9 (3).**



## Comentarios:

- a. Necesario el uso de métodos elaborados de análisis en estructuras y casos especiales o de importancia 5 (7)
- b. Definir situaciones en las que sea recomendable usar métodos elaborados 2 (0)
- c. Aclarar uso de los actuales (especialmente en estructuras irregulares) 3 (0)
- d. Necesario o conveniente el uso de métodos elaborados siempre y cuando sean accesibles 5 (0)
- e. No se justifica el uso de métodos más elaborados dada la incertidumbre existente 2 (0)
- f. Se tiene demasiada confianza en modelos que no representan la estructura 4 (0)
- g. El análisis no lineal se usará a mediano o largo plazo 2 (0)
- h. Otros (aclarar uso del análisis paso a paso; peligroso creer que los programas más elaborados representan mejor la realidad; no es necesario introducirlos en el reglamento con carácter de obligatorio; se abusa en el uso de métodos elaborados; sigue rigiendo 80% del estático; necesario desarrollar programas de análisis y diseño que tomen en cuenta los códigos mexicanos)

**5. ¿Considera que las especificaciones técnicas actuales para el diseño y detallado estructural sean adecuadas conforme a las necesidades de la ingeniería sísmica nacional? Adecuadas 13 (8) Inadecuadas 5 (0). ¿Considera que existan especificaciones técnicas en el reglamento o normas de diseño sísmico, que sean demasiado complicadas para su implementación práctica o que impongan requerimientos irreales dentro del contexto de la práctica mexicana? SI 10 (5) NO 7 (3). ¿Existen especificaciones técnicas que por su vaguedad no proporcionen ayuda alguna durante el proceso de diseño? SI 13 (5) NO 5 (2). En su caso, identifique algunas de estas especificaciones**

- a. Factor de comportamiento sísmico (Q) y su definición acorde a la estructura, especialmente  $Q = 4$  5 (2)
- b. Coeficientes sísmicos 1 (1)
- c. Torsión: especificaciones complicadas 1 (1)
- d. Interacción suelo-estructura 2 (1)
- e. Normas de viento demasiado complejas 3 (0)
- f. Otros (condiciones de regularidad; análisis paso a paso; efectos de segundo orden; lenguaje no apropiado o ambiguo; cargas vivas para cubiertas ligeras; especificaciones de detallado; diseño de estructuras metálicas; apéndices)

**¿Considera necesario el mejoramiento de nuestros procedimientos de diseño y detallado estructural? SI 16 (8) NO 2 (0). ¿Considera necesario simplificarlos? SI 14 (5) NO 4 (3) ¿Considera necesario que estos métodos sean mas explícitos en cuanto al contexto de su uso y sus limitaciones? SI 16 (8) NO 2 (0). ¿Como compara la importancia de mejorar los procedimientos actuales de diseño y detallado estructural contra aquella asociada al sofisticamiento de los métodos de análisis? Mas 11 (5) Igual 7 (3) Menos 0 (0).**

### Comentarios:

- a. Eliminar vicios de detallado entre proyectistas 2 (0)
- b. Definir métodos simplificados para el detallado de estructuras simples (guías de aplicabilidad) 5 (0)
- c. Mejorar los métodos de detallado (conexiones) 2 (1)
- d. Difícil cumplir con especificaciones reglamentarias para el detallado correspondiente a un Q de 4 4 (1)
- e. Requerimientos de detallado deben surgir de la interacción entre el proyectista y el elaborador de reglamentos 1 (0)
- f. Otros (reglamento bien pensado; mejor adaptar códigos extranjeros bien hechos que elaborar propios; necesaria una buena conceptualización del proyecto estructural; necesaria la integración del análisis y el detallado; el detallado debe darse de acuerdo a la importancia de la obra; conveniente contemplar enfoques de diseño por capacidad y el uso de espectros de desplazamiento durante el análisis sísmico)

**6. ¿Considera que la práctica constructiva mexicana resulta en estructuras que reflejan adecuadamente el proyecto estructural? SI 5.5 (4) NO 12.5 (3). Si considera que haya diferencias de importancia, ¿Con quién radica el problema? PROYECTISTA 6 (4) CONSTRUCTOR 15 (4) INSPECCION 7 (4) REGLAMENTOS 3 (2) PROPIETARIO 4 (0) ARQUITECTO 3 (0) AUTORIDADES 0 (1)**

### Comentarios:

- a. Falta de capacitación de profesionales de la construcción y de su personal 4 (1)
- b. Falta de calidad en el trabajo de los proyectistas (falta de actualización, abaratamiento del proyecto estructural, injusta relación costo de construcción-precio del diseño, información incompleta en planos estructurales) 3 (2)
- c. No hay garantía de supervisión independiente y/o adecuada 3 (1)
- d. Necesario que la supervisión técnica y la administrativa se hagan de manera independiente 1 (0)
- e. Construcción descuidada, sobretodo cuando se rebasan los plazos o el presupuesto 3 (0)
- f. Algunas empresas bajan los costos en detrimento de la seguridad estructural 2 (0)
- g. Poca calidad de construcción (convendría reglamentar) 3 (0)
- h. Otros (mejorar procesos y tecnología de construcción; existen conflictos de intereses; necesario revisar el diseño; arquitectos y propietarios deben intervenir en la determinación del nivel de seguridad estructural; faltan mecanismos de educación continua para el constructor; empresas grandes son cuidadosas en la construcción mientras las pequeñas por lo general no lo son; diferencias de importancia solo en casos en que no hay supervisión adecuada; 90% de las fallas estructurales se deben a deficiencias en el diseño estructural; conveniente un control sobre quién proyecta y quién construye)

**7. ¿Considera que la infraestructura nacional de investigación en ingeniería sísmica sea adecuada para satisfacer nuestras necesidades básicas de investigación y desarrollo de tecnología en este campo? SI 12.5 (3) NO 5.5 (4). ¿Que tanto contribuyen los**

**investigadores y académicos a la mejoría de la práctica de la ingeniería sísmica en México? MUCHO 11 (2) REGULAR 5.5 (4) POCO 1.5 (1). ¿Identifica temas de investigación, en el campo de la ingeniería sísmica, cuyo estudio le pudieran representar a usted beneficios técnicos en su práctica de la ingeniería sísmica?**

- |  |       |
|--|-------|
| a. Diseño de disipadores pasivos de energía y/o aislamiento sísmico  | 7 (2) |
| b. Diseño de estructuras no reglamentadas (túneles, puentes, rehabilitación de estructuras existentes)   | 4 (3) |
| c. Cimentaciones-pilotes/interacción suelo-estructura  | 4 (0) |
| d. Mampostería/interacción entre muros de relleno y estructura   | 4 (1) |
| e. Establecer zonificaciones sísmicas a lo largo y ancho del país/ fundamentar mejor las zonificaciones existentes (incluyendo la del D.F)/estudios de riesgo sísmico  | 3 (2) |
| f. Aclarar concepto de ductilidad/estudiar comportamiento no lineal  | 4 (0) |
| g. Aclarar parámetros y criterios para juzgar el comportamiento del sistema estructural-no estructural-contenido (aún en servicio)   | 2 (0) |
| h. Otros (cargas vivas; viento; planta baja débil; losas planas; estructuras de acero de alma abierta; unión viga-columnas; evaluación estructural; estructuras mixtas; conexiones en estructuras de acero; comportamiento de estructuras sumergidas en agua; acción de diafragma de cubiertas y faldones de lámina; torsión; espectros de sitio; vulnerabilidad; dimensionamiento en base a conceptos de capacidad) |       |

**Comentarios:**

- |  |       |
|--|-------|
| a. Incorporar el producto de la investigación a los reglamentos con mas agilidad | 1 (0) |
| b. Concientizar gobiernos estatales para que promuevan la investigación sísmica  | 0 (1) |
| c. En México los problemas rebasan por mucho a la investigación                  | 1 (0) |
| d. Desde 1985 el investigador no contribuye de manera importante en reglamentos  | 1 (0) |
| e. Falta de comunicación entre investigador y proyectista                        | 2 (0) |
| f. Políticas equivocadas para evaluar el trabajo del investigador (fin:publicar) | 1 (0) |
| g. Necesario un mayor número de investigadores en ingeniería sísmica             | 1 (1) |
| h. Existe mucha investigación no difundida                                       | 1 (0) |
| i. Investigación debe reflejarse/acercarse a la práctica profesional             | 0 (2) |

**8. ¿Como juzga el nivel de difusión que se le da en Mexico a los últimos avances en ingeniería sísmica? Adecuado 7 (4) Inadecuado 11 (4). ¿Ha asistido recientemente a cursos de educación continua (actualización) en el campo de la ingeniería sísmica? SI 12 (4) NO 6 (4). ¿Considera que en México se ofrezcan cursos de actualización en cantidad y con calidad adecuadas? SI 8 (4.5) NO 10 (3.5). ¿Ha asistido recientemente a congresos o eventos similares? SI 16 (8) NO 2 (0). ¿Considera que en México el nivel técnico y la frecuencia con que se organizan estos eventos sea la adecuada? SI 12 (7) NO 6 (1). ¿Cree usted que la mayoría de los artículos técnicos escritos por académicos sean aprovechables o entendibles por los ingenieros de la práctica? SI 2 (2) NO 16 (6). ¿Cuenta el país con bancos de información que puedan satisfacer las necesidades de información técnica de su empresa? SI 7 (2.5) NO 10 (5.5).**

## Comentarios:

- a. Información técnica concentrada en pocos lugares (D.F.) 2 (1)
- b. Educar al ingeniero en cuanto el uso y ubicación de dichos bancos 2 (0)
- c. Publicaciones (libros y artículos) son difíciles de asimilar por el ingeniero práctico 1 (0)
- d. Organizar más y mejores cursos de educación continua (costo razonable, más ingenieros prácticos como maestros, énfasis en estructuración y detallado, cursos en provincia) 5 (0)
- e. Otros (elaborar y difundir ejemplos prácticos de detallado; la revista de la SMIS ha mejorado pero necesita presentar artículos prácticos; las instituciones deben dar más apoyo a la difusión de la cultura sísmica; cursos de actualización adecuados pero solo se imparten en el D.F.; necesario simplificar resultados de investigaciones para su enseñanza a nivel licenciatura; la información no se difunde de manera sistemática)

9. **¿Considera que los programas de educación, y la educación en si, de los estudiantes de ingeniería sísmica en México tomen en cuenta las necesidades de recursos humanos de los proyectistas? SI 5.5 (1) NO 11.5 (6). ¿Considera que el nivel técnico de los egresados de instituciones de educación nacional es el adecuado conforme a las necesidades de su empresa? Considere los siguientes niveles en su respuesta:**

- a) Licenciatura. Adecuado 2 (2) Inadecuado 16 (6).
- b) Posgrado. Adecuado 15.5 (7) Inadecuado 2.5 (1).

**¿Existen deficiencias de importancia en la preparación de los estudiantes de ingeniería sísmica en México?**

- a) Licenciatura. SI 15 (7) NO 3 (1).
- b) Posgrado. SI 4 (2) NO 14 (6).

**De identificar deficiencias, Considere que una manera de subsanarlas consista en enfatizar la educación básica (matemáticas, física, etc.) del estudiante? SI 12.5 (6) NO 4.5 (1).**

**¿Considera que el número de estudiantes egresados de instituciones de educación nacional sea suficiente conforme a las necesidades de su empresa?**

- a) Licenciatura. Suficiente 12 (7) Insuficiente 5 (1).
- b) Posgrado. Suficiente 12 (4) Insuficiente 6 (4).

**¿Ha incorporado, o vislumbrado la incorporación, de ingenieros con posgrado en estructuras (maestría o doctorado) en alguno de sus proyectos estructurales? SI 17 (8) NO 1 (0) ¿Considera que la realidad de la ingeniería sísmica mexicana haga posible la contratación permanente de ingenieros con posgrado? SI 9 (4) NO 9 (4).**



### Comentarios:

- a. Cuestión económica crítica para incorporar estudiantes con posgrado (poco trabajo en los últimos años, necesidad de mejorar la remuneración del diseño sísmico) 6 (2)
- b. Necesario el mejoramiento y creación de especializaciones o diplomados con enfoque práctico 4 (0)
- c. Los ingenieros con posgrado son muy útiles 2 (0)
- d. Poner más énfasis en la enseñanza de diseño básico e ingeniería sísmica 6 (0)
- e. Falta de vocación en jóvenes brillantes 4 (0)
- f. Otros (los buenos programas de estudio a nivel lic. no se reflejan en los egresados; detallado y diseño se aprende en la práctica; deficiencia en preparación no es particular de México; alumnos de maestría saben manejar muy bien la computadora pero tienen poca preparación en ingeniería sísmica; revisar integralmente el plan de estudios de posgrado; hacer obligatoria la materia de ingeniería sísmica; en el futuro cercano solo los ingenieros con posgrado serán los que realicen los proyectos de ingeniería; necesaria la homologación del plan de estudios; mejorar el nivel de las plantas docentes; estructuras importantes requieren de una comprensión que solo se adquiere en cursos de posgrado)

### 10. ¿Que problemas no técnicos enfrenta durante el ejercicio de su práctica de diseño sismorresistente?

- a. Falta de entendimiento del arquitecto, propietario, de la sociedad y del constructor del problema sísmico 8 (1)
- b. Problemas que ocasionan y/o se derivan de una economía inestable (efecto de la disponibilidad cíclica de capital, competencia desleal, falta de liquidez, cobranza, falta de motivación, comportamiento burocrático) 10 (0)
- c. Honorarios bajos 0 (2)
- d. Tiempo de solución 4 (1)
- e. Otros (control de calidad en obra bajo debido a que se opta por el precio más bajo a costa de deficiencias en el análisis y diseño; ley de obras públicas es un lastre pesado para empresas consultoras; los ciclos de trabajo obedecen a planes sexenales; relaciones humanas e interdisciplinarias; algún tipo de software es demasiado caro)

¿A que grado dificultan estos problemas sus actividades como proyectista? Nada 1 (0)  
Poco 5 (2) Regular 6 (1) Mucho 4 (3).

### 11. ¿Que acciones serían deseables para mejorar el nivel y rendimiento de su práctica de diseño sísmico? ¿Que acciones son urgentes para dicho mejoramiento? Identifique necesidades del país.

- a. Educar, profesionalizar y concientizar al ingeniero estructural (difusión gremial parte importante de la solución). 4 (1)
- b. Acercamiento entre la academia y la práctica 3 (2)
- c. Reglamentación local mas intensa con congruencia a nivel nacional y adecuada a las necesidades del país 4 (4)

- d. Concientizar a constructores, arquitectos, propietarios, autoridades y sociedad en general del problema sísmico y del rol del ingeniero estructural 5 (1)
- e. Difundir ayudas y ejemplos de diseño, e investigaciones prácticas 3 (2)
- f. Mejorar la enseñanza a nivel de licenciatura de la ing. sísmica (curso obligatorio) 4 (0)
- g. Otros (plantear reglamentación menos elaborada; alentar estudiantes brillantes al estudio de la ingeniería sísmica; eliminar necesidad de concursar proyectos estructurales; elaborar programas de computadora para diseño acorde a reglamentación nacional; formular mecanismos que permitan evaluar la calidad y grado de complicación del proyecto; riesgo de que gradualmente se aumente el número de proyectos realizados en el extranjero; incorporar criterios de estructuración y métodos simplificados de análisis sísmico a la educación a nivel licenciatura; descentralizar de la enseñanza, difusión y práctica; organizar cursos de actualización práctica; formular programas de investigación tendientes a solucionar o conocer problemas regionales; evitar complicar innecesariamente el problema de diseño tan solo por hacer análisis más elaborados)

**12. Añada cualquier observación que considere ayudaría al comité a establecer un panorama más completo de la ingeniería sísmica en México.**

- a. Apoyar y profesionalizar las instituciones (educativas y de investigación) y sociedades profesionales para que cumplan mejor su labor de difusión y educación de la cultura sísmica 9 (0)
- b. Revaluar la especialidad para hacerla más atractiva/necesario crear diplomados 1 (1)
- c. Promover interacción como este tipo de encuestas a nivel nacional 2 (0)
- d. Continuar la implantación de delegaciones de la SMIS en provincia 1 (1)
- e. Clarificar y mejorar la cuestión técnica-legal (exceso de responsabilidad del estructurista)/crear seguro de diseño/crear tribunales técnicos 2 (0)
- f. Otros (difundir métodos de autoconstrucción; establecer aranceles; crear un registro de estructuristas acorde a su preparación; hacer labor para que los gobiernos de estados y municipios incorporen dentro de sus equipos técnicos a profesionales preparados en ing. sísmica y estructural; que los socios de las sociedades técnicas se reúnan más frecuentemente; los investigadores deberían pasar periodos de tiempo en la práctica profesional; debemos contar con más centros de investigación y desarrollo tecnológico; emprender acciones políticas a nivel federal para la aprobación y cumplimiento de la normatividad; establecer programas de prevención de desastres sísmicos; elaborar documentos que aclaren el estado del conocimiento de la ingeniería sísmica y el progreso que se hace en esta área; crear laboratorios de ingeniería sísmica)

## APENDICE 2

### RESUMEN DE LA ENCUESTA REALIZADA ENTRE INGENIEROS DE DEPENDENCIAS OFICIALES

A continuación se presenta un resumen de las respuestas que los proyectistas de dependencias oficiales dieron a la encuesta que les planteó el comité de este estudio. Al lado derecho de las respuestas proporcionadas por los proyectistas aparecen dos números: el primero representa el número de proyectistas del D.F. que dieron esa respuesta; mientras que el segundo, ubicado entre paréntesis, representa el número de proyectistas de provincia que dieron dicha respuesta. Cuando se obtuvieron muchas respuestas diferentes para una sola pregunta, varias de estas respuestas se englobaron en la categoría de "Otros". Todas las respuestas dentro de esta categoría comparten el hecho de que fueron dadas por un solo proyectista.

#### 1. Comente brevemente el tipo y magnitud de las obras y actividades en las que participa:

- a. Puentes vehiculares y peatonales
- b. Obras hidráulicas (presas, acueductos, plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas, etc.)
- c. Estabilidad de taludes naturales y artificiales
- d. Centrales termoeléctricas
- e. Carreteras
- f. Plataformas marinas
- g. Rehabilitación de estructuras existentes
- h. Supervisión y dirección de obra
- f. Otros (evaluación y diseño estructural de edificios, edificios industriales)

#### Acorde a su experiencia, ¿Cuales son los problemas técnicos, en el campo de la ingeniería sísmica, que más frecuentemente encuentra?

- a. Interpretación de códigos y reglamentos 1 (0)
- b. Falta de investigación aplicada/literatura pertinente al diseño de problemas especiales 2 (1)
- c. Carencia de coeficientes sísmicos locales 0 (1)
- d. Evaluación de daños por ocurrencia de sismos, dictámenes inmediatos de operatividad 1 (0)
- e. Definición de parámetros de diseño (coeficientes sísmicos, periodo de vibración) 1 (0)
- f. Otros (concientizar al personal de obra; falta de personal de obra capacitado, especialmente en obras pequeñas y medianas; falta de instrumentación sísmica de las obras; sismo no se considera tan importante en ciertas obras como en los edificios; identificación de las fuerzas sísmicas actuantes; evaluación del riesgo sísmico)

**Dentro del contexto de la práctica de la ingeniería sísmica, ¿Como comparan los recursos que tiene disponibles y los servicios que se le ofrecen con aquellos que le son necesarios o que le serian deseables? En su respuesta, considere recursos:**

a) Humanos:	Personal Técnico	Adecuados <u>2.5 (0)</u>	Inadecuados <u>3.5 (2)</u>
	Personal Administrativo	Adecuados <u>3.5 (0)</u>	Inadecuados <u>2.5 (2)</u>
b) Materiales:	Equipo de Cómputo	Adecuados <u>5 (1)</u>	Inadecuados <u>1 (1)</u>
	Programas de Computadora	Adecuados <u>4 (0)</u>	Inadecuados <u>2 (2)</u>
	Equipo de Laboratorio	Adecuados <u>4 (0)</u>	Inadecuados <u>2 (2)</u>
	Equipo de Campo	Adecuados <u>5 (0)</u>	Inadecuados <u>1 (2)</u>
	Material Bibliográfico	Adecuados <u>5 (1)</u>	Inadecuados <u>1 (1)</u>
c) Profesionales o empresas consultoras		Adecuados <u>3.5 (1)</u>	Inadecuados <u>2.5 (0)</u>

**Comentarios:**

- a. Las dependencias públicas han perdido capacidad técnica instalada sin que esto se haya reflejado en un fortalecimiento de las empresas privadas 1 (0)
- b. Desconocimiento de 'las autoridades de la importancia y la necesidad de la ingeniería sísmica 0 (1)
- c. Con pocas excepciones, la acción sísmica no es bien comprendida ni aplicada adecuadamente al diseño sísmico 1 (1)

**2. ¿Considera que es común que el proyectista oficial busque apoyo técnico en el proyectista particular para el planteamiento y diseño sísmico de obras de importancia? SI 3 (2) NO 2 (0). De existir, identifique en que campos de la ingeniería sísmica existen en México carencias de proyectistas bien preparados?**

- a. Carencia de proyectistas para grandes obras de infraestructura (puentes, obras hidráulicas, plataformas marinas) 2 (2)
- b. Carencia de proyectistas capaces de interpretar las soluciones de computadora en el diseño de estructuras especiales 1 (0)
- c. Se busca el apoyo de institutos y centros de investigación 1 (0)
- d. En todos los campos 1 (0)

**¿Considera que es común la contratación de firmas de ingeniería extranjeras como una manera de subsanar dichas carencias? SI 2 (0) NO 3 (2). De existir este tipo de contrataciones, ¿Considera aceptable este tipo de situación? SI 0 (0) NO 5 (2).**

**Comentarios:**

- a. Contrato de firmas extranjeras es un problema ineludible, pero debe evitarse a largo plazo 1 (0)
- b. A las autoridades no les interesa el diseño sísmico de estructuras especiales 0 (1)
- c. Se dispone de gente preparada en número suficiente para atacar o estudiar las obras hidráulicas más comunes 0 (1)
- d. La consultoría en México tiene la calidad adecuada pero no se ofrece en cantidad



- suficiente 0 (1)
- e. Para proyectos de mucha importancia se contratan asesores extranjeros como complemento a un cuerpo de consultores local 1 (0)
- f. Establecer programas de educación y capacitación continua para subsanar esta situación 1 (0)

**3. En muchos casos, en la ingeniería sísmica a nivel oficial existen proyectos que se repiten continuamente, o que son muy similares, a lo largo y ancho del país. ¿Considera que las ventajas que esta implica se haya reflejado adecuadamente por medio del planteamiento de soluciones prototipo? SI 1 (0) NO 5 (2). De existir este tipo de soluciones, ¿Es del conocimiento de los proyectistas de las diferentes dependencias oficiales la existencia de estas soluciones? SI 1 (0) NO 4 (2). ¿Tienen los proyectistas oficiales acceso a estas soluciones? SI 2 (0) NO 3 (2). Dentro de este contexto, ¿Considera que exista buena coordinación entre las diferentes dependencias gubernamentales? SI 1 (0) NO 5 (2).**

**Comentarios:**

- a. Falta de intercambio entre dependencias o de articulación del mismo (aunque a veces existe dentro de cada dependencia, rivalidad entre dependencias) 1 (2)
- b. Peligroso poner soluciones tipo a disposición de profesionistas mal preparados 1 (0)
- c. En obras de gran envergadura la experiencia adquirida se transmite de un proyecto al siguiente 1 (0)

**4. ¿Ha tenido usted o su equipo de proyectistas oportunidad de diseñar estructuras sismorresistentes en diferentes ciudades y estados de la República Mexicana? SI 6 (0) NO 0 (2). En caso afirmativo, ¿Ha tenido dificultades para obtener o interpretar reglamentos de diseño que hayan sido concebidos específicamente para estos sitios? SI 2 (0) NO 4 (0).**

**Comentarios:**

- a. Mucho trabajo por hacer, sobretodo en zonificación de ciudades medianas y grandes 1 (0)
- b. No existen reglamentos 1 (0)
- c. Se aplican reglamentos correspondientes a otras regiones 2 (0)

**5. Cuando proyecto estructuras convencionales, de los tipos cubiertos por las normas y reglamentos nacionales de diseño sísmico, ¿sigue al pie de la letra los requerimientos mínimos de diseño que se establecen en tales normas y reglamentos? SI 2 (1) NO 3 (1). ¿Bajo que circunstancias consideraría necesario recurrir a métodos de análisis, diseño o detallado más sofisticados o completos que los prescritos por el reglamento actual?**

- a. Revisión estructural de estructuras con daño previo 1 (0)
- b. Estructuras importantes, no convencionales o no cubiertas por las normas (presas e instalaciones, tanques, subestaciones y cuartos de control) 5 (0)

- c. Normalmente llevamos a cabo análisis más elaborados por disponer de las herramientas adecuadas 0 (1)
- d. Cuando el modelo de análisis contemplado en la reglamentación no representa la estructura 0 (1)
- e. Cuando la estructura muestras un comportamiento inadecuado al ser modelada acorde a las normas 1 (0)

**Considera que dichas circunstancias existan dentro del contexto de la práctica mexicana? SI 5 (0) NO 0 (2). En caso de que estas circunstancias no existan, ¿Vislumbra la posibilidad de cambios a corto plazo que puedan darles lugar? SI 1 (1) NO 1 (1). ¿Como establece los criterios de diseño sísmico para tipos de estructuras no cubiertas en las normas mexicanas?**

**A) Por lo que respecta a los métodos de análisis estructural**

- a. Normatividad internacional/normatividad planteada para regiones similares 2 (2)
- b. Experiencia respaldada por trabajos de investigación y literatura disponible 2 (1)
- c. Manual de CFE de obras civiles 1 (0)
- d. Institutos o centros de investigación (II, IIE) 1 (0)
- e. Análisis de solicitaciones y esfuerzos 1 (0)

**B) Por lo que respecta a temblores de diseño**

- a. Aunque existen dudas, se aplican los considerados implícitamente en el manual de CFE 1 (0)
- b. Institutos o centros de investigación (II, IIE, CICESE) 1 (0)
- c. Experiencia respaldada con información reciente o disponible 0 (2)
- d. Métodos de la nuclear regulatory comision y otros métodos alternativos 1 (0)
- e. Estudios particulares en cada zona de interés 1 (0)

**6. ¿Considera que las herramientas que se usan actualmente para llevar a cabo el análisis estructural sean adecuadas conforme a las necesidades de la ingeniería sísmica nacional? Adecuadas 4 (1) Inadecuadas 0 (1). ¿Ha utilizado métodos dinámicos de análisis estructural (análisis modal espectral)? SI 4 (2) NO 1 (0). ¿Considera que este tipo de métodos sean esenciales para la práctica actual del diseño sísmico? SI 5 (2) NO 0 (0). ¿Considera necesario el introducir a la práctica herramientas de análisis más sofisticadas (por ejemplo, métodos no lineales de análisis estructural para la revisión del diseño)? SI 4 (1) NO 1 (1)**

**Comentarios:**

- a. Solamente en casos especiales o importantes 4 (1)
- b. No me opongo totalmente. recomiendo que se proceda con cautela 1 (0)
- c. SMIS debe mantener informados a sus miembros acerca de las herramientas existentes y promover cursos de actualización en estos temas 0 (1)

7. **¿Considera que las especificaciones técnicas actuales para el diseño y detallado estructural sean adecuadas conforme a las necesidades de la ingeniería sísmica nacional?** Adecuadas 6 (1) Inadecuadas 0 (1). **¿Considera que existan especificaciones técnicas en el reglamento o normas de diseño sísmico, que sean demasiado complicadas para su implementación práctica o que impongan requerimientos irreales dentro del contexto de la práctica mexicana?** SI 5 (1) NO 1 (1). **¿Existen especificaciones técnicas que por su vaguedad no proporcionen ayuda alguna durante el proceso de diseño?** SI 4 (2) NO 1 (0). **¿Considera necesario el mejoramiento de nuestros procedimientos de diseño y detallado estructural?** SI 6 (1) NO 0 (1). **¿Considera necesario simplificarlos?** SI 6 (1) NO 0 (0). **¿Considera necesario que estos métodos sean mas explícitos en cuanto al contexto de su uso y sus limitaciones?** SI 6 (2) NO 0 (0). **¿Como compara la importancia de mejorar los procedimientos actuales de diseño y detallado estructural contra aquella asociada al sofisticamiento de los métodos de análisis?** Mas 3 (1) Igual 3 (1) Menos 0 (0).

**Comentarios:**

- a. Urgente el desarrollo de guías de diseño y detallado estructural 1 (1)
- b. Revisar las especificaciones técnicas actuales con el fin de mejorarlas 1 (0)
- c. Elaborar ayudas para hacer posible el uso cotidiano de análisis dinámicos 0 (1)

8. **¿Considera que la práctica constructiva mexicana resulta en estructuras que reflejan adecuadamente el proyecto estructural?** SI 3.5 (0) NO 2.5 (2). **Si considera que haya diferencias de importancia, ¿En quién radica el problema?** PROYECTISTA 3 (2) CONSTRUCTOR 3 (0) INSPECCION 3 (0) REGLAMENTOS 2 (1)

**Comentarios:**

- a. La culpa es de todos/falta de contacto entre las partes mencionadas 3 (0)
- b. Se requiere de un seguimiento adecuado por parte del proyectista 1 (1)
- c. Reglamentos son imprácticos y confusos y sin guías de diseño adecuadas 0 (1)
- d. Muchos proyectistas no tienen el nivel adecuado 0 (1)

9. **¿Considera que la infraestructura nacional de investigación en ingeniería sísmica sea adecuada para satisfacer nuestras necesidades básicas de investigación y desarrollo de tecnología en este campo?** SI 4 (2) NO 2 (0). **¿Que tanto contribuyen los investigadores y académicos a la mejoría de la práctica de la ingeniería sísmica en México?** MUCHO 4 (1) REGULAR 2 (1) POCO 0 (0). **¿Identifica temas de investigación, en el campo de la ingeniería sísmica, cuyo estudio le pudieran representar a usted beneficios técnicos en su práctica de la ingeniería sísmica?**

- a. Zonificación/definición de espectros a nivel regional/estudios de riesgo sísmico 3 (0)
- b. Rehabilitación estructural 1 (0)
- c. Disipación de energía/aislamiento sísmico 1 (0)
- d. Análisis y comportamiento sísmico de obras de infraestructura (puentes, obras hidráulicas)

1 (0)

- e. Otros (problemas relacionados con licuación para el diseño de estructuras enterradas; la problemática se centra en poner en la práctica los resultados de investigación; métodos simplificados de análisis de estructuras marinas; leyes de atenuación para diferentes zonas y fuentes sísmogénicas del país no estudiadas hasta ahora; comportamiento de estructuras de acero, en particular sus conexiones)

### Comentarios:

- a. Infraestructura de investigación demasiado centralizada 1 (0)  
b. Necesario el desarrollo de instituciones al interior del país 1 (0)  
c. Instrumentación sísmica debe cubrir todo el país 1 (0)  
d. Los investigadores no pueden solos, necesitan el apoyo de otros profesionistas 1 (0)  
e. Enfoque multidisciplinario al problema de interacción suelo-estructura 0 (1)

**10. ¿Como juzga el nivel de difusión que se le da en México a los últimos avances en ingeniería sísmica? Adecuado 5 (1) Inadecuado 1 (1). ¿Ha asistido recientemente a cursos de educación continua (actualización) en el campo de la ingeniería sísmica? SI 1 (0) NO 4 (2). ¿Considera que en México se ofrezcan cursos de actualización en cantidad y con calidad adecuadas? SI 4 (0) NO 1 (2). ¿Ha asistido recientemente a congresos o eventos similares? SI 5 (1) NO 1 (1). ¿Considera que en México el nivel técnico y la frecuencia con que se organizan estos eventos sea la adecuada? SI 6 (0) NO 0 (2). ¿Cree usted que la mayoría de los artículos técnicos escritos por académicos sean aprovechables o entendibles por los ingenieros de la práctica? SI 1 (0) NO 5 (2). ¿Cuenta el país con bancos de información que puedan satisfacer las necesidades de información técnica de su dependencia? SI 2.5 (1) NO 3.5 (1).**

### Comentarios:

- a. Faltan revistas que difundan los avances a un nivel mas comprensible y aprovechable por los proyectistas 1 (0)  
b. Faltan bancos de información en español 1 (0)  
c. Algunos bancos de información están en proceso de implantación 1 (0)  
d. Las diferentes organizaciones profesionales deben promover cursos, seminarios y conferencias, independientemente de la organización que los imparte, en beneficios de todos 0 (1)  
e. Desconozco los cursos que promueve el SMIS, ¿falta de difusión adecuada? 0 (1)

**11. ¿Considera que los programas de educación, y la educación en si, de los estudiantes de ingeniería sísmica en México tomen en cuenta las necesidades de recursos humanos de los proyectistas oficiales? SI 2 (0) NO 4 (2). ¿Considera que el nivel técnico de los egresados de instituciones de educación nacional es el adecuado conforme a las necesidades de su dependencia? Considere los siguientes niveles en su respuesta:**



- a) Licenciatura. Adecuado 2 (0) Inadecuado 3 (2).  
 b) Posgrado. Adecuado 4 (1) Inadecuado 1 (0).

**¿Existen deficiencias de importancia en la preparación de los estudiantes de ingeniería sísmica en México?**

- a) Licenciatura. SI 4 (2) NO 2 (0).  
 b) Posgrado. SI 3 (0) NO 3 (2).

**De identificar deficiencias, Considera que una manera de subsanarlas consista en enfatizar la educación básica (matemáticas, física, etc.) del estudiante? SI 5 (1) NO 1 (1).**

**¿Considera que el número de estudiantes egresados de instituciones de educación nacional sea suficiente conforme a las necesidades de su dependencia?**

- a) Licenciatura. Suficiente 4 (1) Insuficiente 2 (1).  
 b) Posgrado. Suficiente 2 (0) Insuficiente 4 (2).

**¿Ha incorporado, o vislumbrado la incorporación, de ingenieros con posgrado en estructuras (maestría o doctorado) en alguno de sus proyectos estructurales? SI 5 (2) NO 1 (0) ¿Considera que la realidad de la ingeniería sísmica mexicana haga posible la contratación permanente de ingenieros con posgrado? SI 5 (1) NO 1 (1).**

**Comentarios:**

- a. Aunque altamente deseable, la realidad económica actual no hace posible la contratación permanente de ingenieros con posgrado 1 (0)
- b. El posgrado debería estudiarse después de 2 o 3 años de experiencia práctica 1 (0)
- c. Necesario que exista una oferta adecuada de egresados con posgrado 0 (1)
- d. En nuestra dependencia hemos contratado estudiantes con posgrado en la recién creada área de ing. sísmica 0 (1)
- e. Estudiantes de licenciatura son suficientes porque tienden a reducirse los cuadros técnicos en las dependencias gubernamentales 1 (0)

**12. ¿Considera que en México se le asigne la importancia adecuada al análisis y diseño sísmico de las obras de infraestructura? Considere los siguientes aspectos en su respuesta:**

- a) Investigación. SI 4 (1) NO 2 (1).  
 b) Educación. SI 2 (1) NO 4 (1).  
 c) Difusión. SI 1 (1) NO 5 (1).

### Comentarios:

- a. Todos los aspectos anteriores están atendidos aunque con limitaciones, falta mayor actuación a nivel administrativo y gremial 1 (0)
- b. En México el problema es la práctica profesional, no los aspectos anteriores 0 (1)
- c. Actualmente las políticas favorecen los costos y tiempos de construcción en detrimento de la ingeniería y la calidad 1 (0)

### 13. ¿Los problemas no técnicos (por ejemplo, políticos, socioeconómicos, etc.) que encuentra en su práctica de la ingeniería sísmica tienen un peso mayor o comparable al aspecto técnico?

- a. Mayor (aunque cada día se toma más en cuenta el aspecto técnico, sigue rigiendo el dinero sobre la técnica; ¿acaso los problemas no técnicos no son merecedores de un tratamiento técnico?) 2 (2)
- b. Estos tipos de problemas no afectan considerablemente la solución 2 (0)
- c. Especificaciones contractuales no tienen un alcance técnico adecuado, necesario implantar políticas adecuadas de calidad y supervisión técnica 1 (0)
- d. Problemas distintos y por tanto no comparables 1 (0)
- e. En una práctica sana, la parte técnica da el marco de referencia que permite contemplar los problemas no técnicos en la evaluación de la viabilidad de la obra 1 (0)

¿A que grado dificultan estos problemas el enfoque técnico del problema? Poco 0 (0)  
Regular 0 (0) Mucho 3 (1).

### 14. ¿Que acciones serían deseables para mejorar el nivel y rendimiento de su práctica de diseño sísmico? ¿Que acciones son urgentes para dicho mejoramiento? Identifique necesidades del país.

- a. Mejorar la educación y capacitación en esta área (licenciatura, técnicos y obreros, a nivel medio -- secundaria y preparatoria, proyectista) 4 (1)
- b. Mejorar relación investigación-práctica (incluye difundir los resultados de la investigación y aterrizarlos en recomendaciones prácticas) 2 (1)
- c. Desarrollar reglamentos para estructuras diferentes a edificios 1 (0)
- d. Zonificar suelos en ciudades medias y grandes 1 (0)
- e. Difundir ayudas de diseño 1 (0)
- f. Otros (fortalecer capacidades técnicas y administrativas de gobiernos locales; incorporar requisitos a los directores responsables de obra; concientizar a las autoridades; simplificar los procedimientos de diseño; enfatizar durante estudios de posgrado el análisis e identificación de los problemas en lugar de el uso de computadoras y la resolución de problemas; organizar cursos de actualización)

### 15. Añada cualquier observación que considere ayudaría al comité a establecer un panorama mas completo de la ingeniería sísmica en México.

- a. SMIS debe fortalecer su presencia en toda la república, en un contexto multidisciplinario y profesional 1 (0)
- b. Capacitar a personas fuera del ámbito del proyectista para favorecer la comunicación con ellas 0 (1)
- c. Invitar a participar en esta encuesta a ingenieros de otras especialidades relacionadas con la ingeniería sísmica 1 (0)
- d. A pesar de todo, México a alcanzado un desarrollo notable en esta área 0 (1)

## APENDICE 3

### RESUMEN DE LA ENCUESTA REALIZADA ENTRE ACADEMICOS DEDICADOS A LA DOCENCIA

A continuación se presenta un resumen de las respuestas que los académicos dedicados a la docencia dieron a la encuesta que les planteó el comité de este estudio. Al lado derecho de las respuestas proporcionadas por los académicos aparecen dos números: el primero representa el número de académicos del D.F. que dieron esa respuesta; mientras que el segundo, ubicado entre paréntesis, representa el número de académicos de provincia que dieron dicha respuesta. Cuando se obtuvieron muchas respuestas diferentes para una sola pregunta, varias de estas respuestas se englobaron en la categoría de "Otros". Todas las respuestas dentro de esta categoría comparten el hecho de que fueron dadas por un solo académico.

**1. ¿Considera que en México se le da suficiente apoyo a la educación en ingeniería sísmica? SI 3 (1) NO 6 (12). ¿Contamos actualmente con recursos adecuados para satisfacer la demanda nacional de profesionistas de buen nivel? SI 3 (3) NO 6 (9). Dentro del contexto de la educación en ingeniería sísmica, ¿Cómo compara los recursos que tiene disponibles y los servicios que se le ofrecen con aquellos que le son necesarios o que le serian deseables? En su respuesta, considere recursos:**

a) Humanos:	Personal Técnico	Adecuados <u>4 (4)</u>	Inadecuados <u>5 (9)</u>
	Personal Administrativo	Adecuados <u>5 (5)</u>	Inadecuados <u>4 (8)</u>
	Profesorado	Adecuados <u>6 (5)</u>	Inadecuados <u>3 (8)</u>
	Alumnado	Adecuados <u>5 (5)</u>	Inadecuados <u>4 (8)</u>
b) Materiales:	Equipo de Cómputo	Adecuados <u>8 (7)</u>	Inadecuados <u>1 (6)</u>
	Programas de Computadora	Adecuados <u>5 (3)</u>	Inadecuados <u>4 (9)</u>
	Equipo de Laboratorio	Adecuados <u>2 (1)</u>	Inadecuados <u>7 (12)</u>
	Equipo de Campo	Adecuados <u>2 (4)</u>	Inadecuados <u>7 (9)</u>
	Biblioteca	Adecuados <u>1 (1)</u>	Inadecuados <u>0 (2)</u>
	Hemeroteca	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>0 (1)</u>
	Medios Difusión/comunicación	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>0 (2)</u>
Mobiliario	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>0 (1)</u>	

#### Comentarios:

- |  |       |
|--|-------|
| a. Pocos alumnos con vocación o alumnos mal preparados   | 1 (1) |
| b. Instituciones con buen nivel concentradas en el D.F./necesario un desarrollo regional                             | 0 (4) |
| c. No existen recursos suficientes, sobretodo en provincia/necesario dar más apoyo a esta actividad a nivel nacional | 4 (3) |
| d. Introducir computadora ("data show") a clase como herramienta docente   | 1 (0) |
| e. Crear un mecanismo ágil para tener acceso al material académico de la UNAM  | 0 (1) |
| f. Falta de interés de las escuelas de ingeniería por esta área  | 0 (1) |



g. Faltan profesores de tiempo completo con doctorado

0 (1)

**2. Dentro del contexto de la educación en ingeniería sísmica, ¿Considera importante la actualización de los docentes? SI 7 (13) NO 0 (0). ¿Existen incentivos dentro de su institución para fomentar dicha actualización? SI 4 (5) NO 3 (8). De no existir estos incentivos, ¿Que acciones considera deseables para hacer posible dicha actualización?**

- a. Apoyar la organización y asistencia a cursos, conferencias, etc. 1 (4)
- b. Apoyo (externo) para investigación e intercambio académico 1 (3)
- c. Otorgar sabáticos y estancias académicas para promover la actualización 1 (1)
- d. Los estímulos son limitados 0 (1)
- e. Existe apoyo para terminar o hacer doctorados 0 (1)
- f. Otros (los programas existentes de estímulo deben hacerse operativos; las instituciones deben inscribirse a revistas periódicas)

**¿Existe una participación activa e importante de sus docentes en congresos o eventos similares? SI 2 (5) NO 5 (8). ¿Considera que este tipo de actividades sea importante en la formación del docente? SI 7 (13) NO 0 (0). ¿Ofrece su institución cursos de educación continua en ingeniería sísmica? SI 5 (0) NO 3 (13). ¿Existe en México una demanda importante para este tipo de cursos? SI 3 (7) NO 6 (4). ¿Existen en su institución mecanismos de reclutamiento y orientación para posibles estudiantes de primer ingreso? SI 4 (7) NO 4 (6).**

#### **Comentarios:**

- a. Falta de apoyo a docentes para asistir a congresos 1 (1)
- b. Falta infraestructura para este tipo de proyectos 0 (1)
- c. Fortalecer la promoción para cursar esta carrera 1 (0)
- d. Los maestros orientan informalmente a alumnos avanzados 1 (0)
- e. Los alumnos promueven de forma natural la carrera 1 (0)
- f. Debido al costo no hay gran demanda de cursos de educación continua 1 (0)
- g. Otros (falta de difusión adecuada por parte de nuestra institución a la maestría en ing. sísmica; se ha iniciado el reclutamiento de estudiantes para cursar nuestro posgrado; una forma importante de actualización es la asistencia a congresos; en algunas instituciones no existe la carrera de ingeniería sísmica)

**3. ¿Que áreas de conocimiento, en el campo de ingeniería sísmica, incluye el programa de estudios de la institución educativa donde trabaja?**

- a. Lic: Tópicos de dinámica 1 (3)
- b. Lic: Análisis y diseño sísmico 4 (7)
- c. Lic: Curso de Ingeniería Sísmica 3 (4)
- d. Posgrado: Dinámica Estructural 1 (4)
- e. Posgrado: Ingeniería Sísmica 2 (2)

- f. Posgrado: Estudios de sismicidad local y regional 0 (3)
- g. Otras (diseño sísmico de estructuras de concreto; geotecnia; instrumentación; confiabilidad; efectos de sitio; estudio experimental y numérico del las propiedades de las estructuras; construcción; rehabilitación estructural; prefabricación; estructuras metálicas; disipadores de energía; interacción suelo-estructura)

**¿Que otras áreas de conocimiento debería incluir el programa de estudios?**

- a. Prácticas de laboratorio en estructuras/ingeniería sísmica experimental 4 (0)
- b. Métodos de análisis más elaborados (plástico, tridimensional, matricial)/modelado de la respuesta sísmica 0 (4)
- c. Sismología 0 (2)
- d. Riesgo sísmico 0 (2)
- e. Rehabilitación estructural 0 (2)
- f. Dinámica 2 (0)
- g. Otros (instrumentación; probabilidad y estadística aplicada; vulnerabilidad estructural; sistemas innovadores; construcción sismorresistente; diseño integral; resistencia de materiales con laboratorio; uso de computadoras en el diseño estructural; interacción suelo-estructura; respuesta sísmica de estructuras especiales; ética)

**4. Dentro del contexto de la educación en ingeniería sísmica, ¿Cual es el número aproximado de maestros y alumnos por cada uno de los nivel académicos que ofrece su institución?**

- |                  |                      |                      |
|------------------|----------------------|----------------------|
| a) Licenciatura: | Maestros <u>2-30</u> | Alumnos <u>3-600</u> |
| b) Maestría:     | Maestros <u>3-12</u> | Alumnos <u>3-40</u>  |
| c) Doctorado:    | Maestros <u>3-8</u>  | Alumnos <u>2-4</u>   |

**¿Considera que exista en su institución una relación número de alumnos por maestro razonable?**

- |                  |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| a) Licenciatura: | SI <u>3 (8)</u> | NO <u>3 (4)</u> |
| b) Maestría:     | SI <u>3 (5)</u> | NO <u>2 (2)</u> |
| c) Doctorado:    | SI <u>3 (1)</u> | NO <u>0 (2)</u> |

**¿Que relación le parece adecuada?** Lic. de 5/1 a 35/1, más común 10/1 Maestría de 2/1 a 5/1, más común 5/1 Doctorado de 1/1 a 5/1, no hay respuesta común.

**Dentro del contexto de la educación en ingeniería sísmica, ¿Cuál es el promedio anual de graduados y tesis generadas por nivel académico?**

a) Licenciatura:	Graduados <u>2-35</u>	Tesis <u>0-10</u>
b) Maestría:	Graduados <u>1-30</u>	Tesis <u>1-6</u>
c) Doctorado:	Graduados <u>2</u>	Tesis <u>1</u>

**Comentarios:**

- Falta de interés de los alumnos en el campo de la ing. sísmica, sobretodo a nivel de doctorado, por falta de perspectivas económicas 1 (1)
- Matrícula de maestría o especialidad se incrementa conforme aumentan las perspectivas de desarrollo profesional 0 (1)
- Un porcentaje importante de alumnos de maestría termina los créditos pero no se titula 1 (0)
- El curso de ing. sísmica no trasciende en la carrera de ing. civil que se ofrece en mi institución 0 (3)
- Otros (apoyo de SMIS para que los investigadores participen en proyectos con alumnos de posgrado; muchos de nuestros egresados trabajan en centros de investigación)

**5. Dentro del contexto de la educación en ingeniería sísmica, ¿Considera que en su institución exista un problema de deserción muy marcado?**

a) Licenciatura:	SI <u>2 (4)</u>	NO <u>3 (6)</u>
b) Maestría:	SI <u>2 (3)</u>	NO <u>2 (3)</u>
c) Doctorado:	SI <u>1 (1)</u>	NO <u>3 (0)</u>

**En caso de que el nivel de deserción de estudiantes de posgrado sea, en su opinión, un problema, ¿Cual cree que sea la causa de mas importancia en este fenómeno?**

- El programa de posgrado no es atractivo, carece de apoyo (falta de becas), o carece de una atención debida 3 (1)
- No se hace un seguimiento adecuado al trabajo o tesis del alumno/temas de tesis no son del interés de los alumnos de maestría 1 (2)
- Los alumnos reprueban en los dos primeros semestres de la licenciatura 0 (1)
- Actividades ajenas a sus estudios 0 (1)
- No hay profesores ni investigadores de tiempo completo en posgrado 1 (0)

**¿Que opina de la creación de otros niveles académicos (por ejemplo, un diplomado en estructuras), que brinde opciones a jóvenes que buscan una especialización esencialmente práctica?**

- No serviría, fomenta que los alumnos no hagan tesis 1 (0)
- Sería conveniente, necesario o interesante (conveniente que ofrezcan una visión completa del problema sísmico, y que incluyan diferentes especialidades de la ingeniería sísmica y cursos cortos sobre temas específicos; pueden representar un buen apoyo para el recién egresado o profesionista siempre y cuando sean realmente prácticos y no se reduzcan a maestrías cortas)

- |   |        |
|---|--------|
| y de poca calidad)  | 5 (12) |
| d. Sería complementario a los niveles de formación ya existentes  | 1 (0)  |
| e. No es correcto lo de "esencialmente práctico", ya que siempre deben existir bases analíticas sólidas     | 1 (0)  |
| f. Nuestra institución imparte dos diplomados, que juntos ameritan la entrega de un diploma de especialidad | 0 (1)  |

**Comentarios:**

- |  |       |
|--|-------|
| a. Falta de atención a esta área de formación (necesario motivar a los estudiantes)            | 0 (1) |
| b. Falta de planeación adecuada de programas de maestría en algunas universidades de provincia | 0 (1) |
| c. Necesario revisar que el académico y sus ayudantes cumplan con sus obligaciones             | 1 (0) |
| d. Un elevado porcentaje de alumnos que acaban la especialidad optan por iniciar una maestría  | 0 (1) |
| e. Más conveniente otorgar un diploma de especialidad que uno de diplomado                     | 0 (1) |

**6. Identifique instituciones, diferentes de aquella en la que usted labora, de educación en ingeniería sísmica a nivel nacional (se incluyen las cinco más identificadas).**

- Institución 1. Universidad Autónoma Nacional de México 5 (13). Tradición en formación de ingenieros e investigadores; mayor prestigio nacional e internacional; pertenece al padrón de excelencia de CONACyT; posgrados renombrados; buenos programas; la mejor institución en el país; se le da mucho apoyo económico; buenos maestros y laboratorios; la mas avanzada en estudios de posgrado e investigación.
- Institución 2. Universidad Autónoma Metropolitana 5 (7). No los dejan crecer; juventud en proceso de formar un grupo sólido; tiene instalaciones adecuadas; tiene un grupo en estadísticas en daños estructurales e instrumentación; buenos maestros y personal capacitado; muchas ganas e interés; desarrollo de investigación; participación en el GIIS; preparación de recursos humanos para futuros programas; no tiene posgrado.
- Institución 3. Universidad Autónoma del Estado de México 2 (5). Le echan ganas; tienen doctorado y están en el padrón de excelencia de CONACyT; estudios de posgrado e investigación; participación en el GIIS; se esfuerza por desarrollarse; con doctorado en estructuras.
- Institución 4. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo 1 (5). Faltan recursos humanos y económicos; con maestría y especialidad en estructuras; ganas, intenciones y algo de recursos; apenas inicia; existe capacidad docente.
- Institución 5. Universidad Autónoma de Guerrero 1 (4). Seguridad sísmica; única con maestría en ingeniería sísmica; se invierte un gran esfuerzo en su desarrollo.

**¿Como calificaría el tipo de intercambio académico que ha tenido recientemente con una o varias de las instituciones que identificó?** Intenso 1 (1) Moderado 0 (6) Bajo 8 (6).

**¿Como considera que podría intensificarse este intercambio?**



- a. Fomentar una mayor vinculación interinstitucional por medio de convenios de colaboración, congresos interuniversitarios y proyectos de investigación conjuntos 4 (8)
- b. Destinar recursos ex profeso para este objetivo 0 (3)
- c. Incrementar las relaciones personales entre los académicos, y entre los académicos y otros profesionales (sugerencia: mesas directivas plurales) 1 (1)
- d. Promover la cultura sísmica por medio de cursos en instituciones de provincia y por medio de visitas guiadas a instituciones educativas o de investigación 1 (2)
- e. Otros (otorgar becas interinstitucionales: mejorar el nivel académico de las instituciones fuera del D.F.; cuando se derrumben ciertas barreras de poder: no se ha podido llegar a acciones concretas: existe una red interuniversitaria donde participan algunas instituciones)

**Comentarios:**

- a. Notable el daño que ha hecho a la ing. sísmica nacional el problema UNAM vs. UAM 1 (0)
- b. Necesaria una mayor colaboración interuniversitaria 0 (1)
- c. En reuniones de carácter nacional sobre el tema, la participación de la mayoría de las instituciones de educación es escasa 1 (0)

**7. ¿Considera que en la República Mexicana se centraliza demasiado la infraestructura y el apoyo a la educación en el campo de la ingeniería sísmica? SI 8 (13) NO 1 (0). Si su respuesta es afirmativa, ¿Considera conveniente esta centralización? SI 1 (2) NO 6 (11). ¿Que acciones podrían tomarse a corto y mediano plazo para disminuir esta centralización?**

- a. Apoyar a universidades e instituciones regionales con recursos y asesoría en sus programas de investigación y docencia 2 (9)
- b. Fomentar intercambios académicos entre las diferentes instituciones 0 (5)
- c. Descentralizar los centros de investigación y docencia/crear grupos a nivel regional 2 (2)
- d. Esta centralización es reflejo del sistema político mexicano 1 (1)
- e. Otros (apoyar a investigaciones sobre la centralización; todo se concentra en el D.F.; necesario reconocer que existen necesidades de desarrollo en este campo fuera del D.F.; cada institución realiza lo que puede y quiere según sus recursos)

**Comentarios:**

- a. El apoyo actual de CONACyT es insuficiente, necesario evaluar sus programas de apoyo a investigación aplicada y de desarrollo 1 (2)
- b. Centralización se refleja a todo nivel y es factor negativo para el desarrollo del país 0 (1)
- c. Necesario un apoyo directo de CONACyT a programas de posgrado en provincia y a las instituciones regionales que se dedican a esta área de la ingeniería 0 (3)

**8. ¿Considera esencial el aspecto experimental y de campo en la educación de los estudiantes de ingeniería sísmica? SI 7 (13) NO 2 (0). ¿Considera que, con el advenimiento de la computadora personal, exista entre las nuevas generaciones de estudiantes de posgrado una**

**predisposición por el trabajo analítico? SI 6 (8) NO 2 (4).**

**Comentarios:**

- a. El advenimiento de las PCs no ha creado predisposición al trabajo analítico, sino la falta de apoyo a la investigación experimental y de campo 2 (1)
- b. Computadora es herramienta esencial/importante para apoyar el trabajo analítico 0 (3)
- c. Se da un uso indiscriminado de programas computacionales sin conocer sus fundamentos 1 (1)
- d. El aspecto experimental es esencial en posgrado (en licenciatura no aunque es conveniente exponer a los alumnos de licenciatura a resultados de investigaciones) 2 (0)
- e. La investigación experimental es indispensable y complementaria al trabajo analítico 2 (0)
- f. Estructurar planes de estudio con mayor orientación práctica 1 (0)
- g. Otros (hacer conciencia de la importancia del aspecto experimental y de campo; apoyar con equipo computacional a posgrados; a nivel licenciatura los alumnos tienen una buena disposición de aprendizaje)

**9. ¿Considera necesaria la participación de proyectistas e investigadores en la educación de los estudiantes de licenciatura y posgrado en ingeniería sísmica? SI 9 (13) NO 0 (0). ¿En el contexto nacional, esta participación existe? SI 2 (7) NO 6 (4). En caso de que no, ¿Cómo podemos fomentarla?**

- a. Aunque existe parcialmente, debe ser mas intencionada y clara 1 (5)
- b. Organizar eventos académicos y crear incentivos que les propicien a participar 3 (2)
- c. Reconocer el trabajo de los proyectistas y su importancia en la educación 1 (0)
- d. Promover su participación en cursos y conferencias 1 (0)
- e. Invitar a proyectistas a impartir clases 1 (0)
- f. Otros (organizar programas con participación de estudiantes; fortalecer la planta docente; muchos investigadores no cumplen con sus obligaciones docentes; faltan investigadores y profesionales destacados en provincia)

**Comentarios:**

- a. Crear cátedras especiales impartidas por proyectistas 1 (0)
- b. Otorgar un premio anual SMIS al proyectista más destacado en docencia 1 (0)

**10. ¿Cuales considera que sean los mayores logros de la educación en ingeniería sísmica en México?**

- a. Reglamento de diseño propio (especialmente el del D.F.) y una práctica profesional con criterios y características propias 2 (3)
- b. Profesionales que hacen buen diseño sísmico 3 (4)
- c. Centros de educación e investigadores de buen nivel (especialmente posgrado UNAM)

- d. Entendimiento y creación de conciencia alrededor del problema sísmico 2 (2)
- e. Desarrollo de investigación sísmica (hasta el punto de incluir a universidades) 0 (6)
- f. Otros (formación de recursos humanos alrededor de los datos generados por la red acelerométrica de Cd. de México; propuestas de zonificación en varias ciudades; identificación de zonas de alto riesgo sísmico; producción importante de libros de texto; relación educación-práctica importante; creación del CENAPRED; participación de investigadores de tiempo completo y bien remunerados; formación general del tema en muchos alumnos; reducción de daños en zonas sísmicas; disminución del riesgo sísmico en edificaciones) 0 (2)

**11. ¿Cuales considera que sean las mayores limitaciones de la educación en ingeniería sísmica en México?**

- a. Se reconoce más la publicación de artículos técnicos que la docencia y elaboración de recomendaciones prácticas de diseño 1 (0)
- b. Falta de recursos económicos e infraestructura 1 (10)
- c. Falta de recursos humanos capacitados o con interés en la docencia 2 (4)
- d. Falta de criterios uniformes en los planes de estudio de diferentes instituciones 0 (1)
- e. Necesario definir con claridad el perfil del egresado de programas de licenciatura 0 (1)
- f. Otros (apoyo a demasiados proyectos de investigación que no producen resultados relevantes; falta de resultados experimentales del comportamiento sísmico de las estructuras; tiempo dedicado a la enseñanza; falta de especialistas; masificación de la educación; excesiva centralización de la práctica e investigación; falta de participación de investigadores eméritos o nivel III; remuneración baja a docentes)

**Aparte de las limitaciones anteriores, ¿identifica problemas relacionados con dicha educación que requieren de una solución urgente?**

- a. Alumnos no estudian el tema por falta de perspectivas profesionales y económicas 4 (0)
- b. Falta de textos especialmente diseñados para licenciatura 1 (1)
- c. Falta de mecanismos que certifiquen la calidad del conocimiento y experiencia adquirida 0 (1)
- d. Necesario apoyar el desarrollo de infraestructura educativa (incluyendo posgrados) e intensificar en provincia la educación en este renglón 0 (3)
- e. Necesario formar recursos humanos que se arraiguen a instituciones regionales 1 (1)

**¿Que tipo de acciones serían deseables para subsanar las deficiencias o resolver los problemas que ha planteado?**

- a. Fortalecer la planta docente local de las diferentes instituciones 1 (4)
- b. Definir y revisar el perfil del estudiante y los planes de estudio en un contexto multidisciplinario 1 (5)
- c. Evitar que instituciones como el SNI presionen al académico a publicar en detrimento a la docencia 1 (1)
- d. Propuestas de inversión (federal, privada, CONACyT) para el desarrollo de las instituciones

- públicas y privadas (sobretudo a nivel regional) 1 (3)
- e. Apoyar la descentralización de la educación 0 (4)
- f. Otros (continuar esta encuesta en foros como congresos; difundir de logros de la ing. sísmica entre estudiantes de bachillerato o nuevo ingreso; mejorar la vinculación entre las diferentes instituciones de educación; instalar acelerógrafos en regiones que carezcan de estos; cambiar los criterios de evaluación y asignación de recursos de CONACyT; cambiar la actitud en la transmisión y recepción de las experiencias; estimular al alumno, apoyarlo con más becas de posgrado; mejorar la capacitación del alumno en materias básicas; mejorar la remuneración a investigadores y profesionales; capacitar al personal de provincia)

**¿Esta el país en condiciones de afrontar este reto?**

- a. Si (implica aprender a trabajar en equipo y un cambio en la política nacional de investigación; cuando se de la recuperación económica; no nos queda de otra) 4 (9)
- b. Debería dársele la importancia que esto tiene 0 (1)
- c. No 1 (0)

**12. Añada cualquier observación que considere ayudaría al comité a formarse una panorama mas completo de la ingeniería sísmica en México.**

- a. Las instituciones más desarrolladas (UNAM, UAM, IPN) deben apoyar el desarrollo de universidades en provincia 0 (2)
- b. Educar a los alumnos de primaria, secundaria y nivel medio en cuestiones de sismicidad e ingeniería sísmica 0 (1)
- c. Apoyo por parte del SMIS al desarrollo de material didáctico y cátedras especiales de verdadera excelencia
- d. Enfatizar el aspecto didáctico (estrategias y material didáctico) 2 (0)
- e. Promover una descentralización efectiva 0 (2)
- f. Otros (introducir tecnologías e investigación del peligro sísmico en regiones marginales por medio del servicio social; llevar la educación de este tema a nivel licenciatura; necesario trabajar duro para conservar el buen nivel que se ha alcanzado; involucrar alumnos en proyectos específicos; aumentar el conocimiento de la relación sismo-obras civiles a través de un enfoque multidisciplinario)



## APENDICE 4

### RESUMEN DE LA ENCUESTA REALIZADA ENTRE INVESTIGADORES

A continuación se presenta un resumen de las respuestas que los investigadores dieron a la encuesta que les planteó el comité de este estudio. Al lado derecho de las respuestas proporcionadas por los investigadores aparecen dos números: el primero representa el número de investigadores del D.F. que dieron esa respuesta; mientras que el segundo, ubicado entre paréntesis, representa el número de investigadores de provincia que dieron dicha respuesta. Cuando se obtuvieron muchas respuestas diferentes para una sola pregunta, varias de estas respuestas se englobaron en la categoría de "Otros". Todas las respuestas dentro de esta categoría comparten el hecho de que fueron dadas por un solo investigador.

#### 1. ¿En que tipo de proyectos de investigación se ha involucrado usted recientemente?

- |  |       |
|--|-------|
| a. Zonificación sísmica  | 2 (4) |
| b. Instrumentación sísmica (estructura-suelo)/identificación estructural   | 3 (2) |
| c. Comportamiento dinámico de suelos y estructuras   | 3 (4) |
| d. Evaluación y rehabilitación estructural   | 3 (2) |
| e. Vulnerabilidad y seguridad estructural (incluye vivienda e edificios históricos)  | 3 (1) |
| f. Peligro y riesgo sísmico  | 1 (0) |
| g. Materiales y sistemas constructivos   | 1 (2) |
| h. Otros (elementos de sección variable; sistemas innovadores; criterios reglamentarios para estructuras regulares e irregulares; seguridad de presas) |       |

#### ¿Que temas y problemas se cubrieron en estos proyectos?

- Respuesta y comportamiento de edificios/sistemas estructurales
- Respuesta de suelos (efectos de sitio/propagación de ondas sísmicas)
- Seguridad sísmica de estructuras de mampostería/históricas
- Materiales y sistemas constructivos
- Análisis e interpretación de registros sísmicos
- Otros (diseño por desempeño, proposición de parámetros de diseño)

**¿Se les concibió con el fin de tener un impacto directo en la práctica de la ingeniería sísmica en México? SI 8 (11) NO 0 (1) De ser así, ¿Que beneficio considera que tendrán, a corto y mediano plazo, en la práctica profesional?**

- |  |       |
|--|-------|
| a. Elaboración/mejoramiento de la normatividad (en muchos casos local)   | 3 (4) |
| b. Mejoramiento de la práctica de diseño sísmico y construcción de estructuras   | 4 (4) |
| c. Incremento en la información científica disponible respecto a la actividad sísmica y al comportamiento estructural durante sismos | 1 (3) |
| d. Formación de recursos humanos (profesionistas/académicos)   | 0 (2) |
| e. Incremento de la instrumentación sísmica  | 0 (1) |

**¿Considera que el investigador mexicano asume un papel activo en la implementación práctica de los resultados y conclusiones que obtiene en sus investigaciones? SI 2.5 (4) NO 5.5 (8).**

**Comentarios:**

- a. Poca vinculación investigación-práctica y entre grupos de investigadores 1 (2)
- b. Existen investigadores que se preocupan por implementar sus resultados a la práctica, pero son excepciones 3 (0)
- c. Sistema de evaluación impide que el investigador dedique esfuerzos a la implementación 0 (1)
- d. Necesario un acercamiento entre los sectores públicos, privado y social 0 (2)
- e. Carencia de compromiso del investigador para afrontar esta problemática, que conlleva mucha responsabilidad 1 (0)
- g. En general buena vinculación con la práctica. Necesario reforzar esto. 1 (2)
- h. Otros (divisionismo dificulta la implementación; carencia de información y falta de apoyo; problema cultural; a veces no depende del investigador)

**2. Dentro del contexto de la investigación de la ingeniería sísmica, ¿Como comparan los recursos que tiene disponibles y los servicios que se le ofrecen con aquellos que le son necesarios o que le serían deseables? En su respuesta, considere recursos:**

a) Humanos:	Personal Técnico	Adecuados <u>2 (5)</u>	Inadecuados <u>5 (7)</u>
	Personal Administrativo	Adecuados <u>1 (5)</u>	Inadecuados <u>6 (7)</u>
	Investigadores	Adecuados <u>3 (8)</u>	Inadecuados <u>4 (4)</u>
	Estudiantes de Licenciatura	Adecuados <u>7 (6)</u>	Inadecuados <u>0 (6)</u>
	Estudiantes de Maestría	Adecuados <u>6 (3)</u>	Inadecuados <u>1 (7)</u>
	Estudiantes de Doctorado	Adecuados <u>1 (1)</u>	Inadecuados <u>4 (6)</u>
b) Materiales:	Equipo de Cómputo	Adecuados <u>5 (7)</u>	Inadecuados <u>2 (5)</u>
	Programas de Computadora	Adecuados <u>5 (6)</u>	Inadecuados <u>2 (5)</u>
	Equipo de Laboratorio	Adecuados <u>3 (0)</u>	Inadecuados <u>4 (11)</u>
	Equipo de Campo	Adecuados <u>3 (1)</u>	Inadecuados <u>4 (10)</u>
	Transporte para trabajo campo	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>1 (0)</u>
	Sistemas de comunicación	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>1 (0)</u>
	Instrumentación	Adecuados <u>0.5 (0)</u>	Inadecuados <u>0.5 (0)</u>
	Biblioteca-Hemeroteca	Adecuados <u>0 (0)</u>	Inadecuados <u>0 (1)</u>
c) Profesionales o empresas consultoras	Adecuados <u>3 (5)</u>	Inadecuados <u>3 (5)</u>	

### Comentarios:

- a. Hay pocos investigadores en México con un buen nivel en temas de mi interés 1 (0)
- b. Directivos de empresas consultoras tienen buen nivel pero no realizan ni supervisan directamente el trabajo que hace su empresa 1 (0)
- c. Recursos escasos y difíciles de conseguir 0 (2)
- d. Necesaria la formación de investigadores orientados a la práctica 1 (0)
- e. Necesario actualizar a un mayor número de profesionales de la ingeniería 0 (2)
- f. Otros (investigadores no deberían depender de estudiantes de licenciatura; muchos de los egresados de escuelas de ingeniería han sido pobremente educados en sus instituciones; los estudiantes de doctorado deben tener una formación más práctica; faltan empresas que se interesen por impulsar nuevos desarrollos; grandes asimetrías en la asignación de recursos entre la provincia y el D.F.)

**3. ¿Considera que en México se le da suficiente apoyo a la investigación de la ingeniería sísmica? SI 2 (0) NO 6 (12). ¿Contamos actualmente con un número suficiente de investigadores, y la infraestructura y apoyo económico necesarios para satisfacer nuestras necesidades básicas de investigación y desarrollo de tecnología? SI 1 (0) NO 7 (12). ¿Contempla usted a corto y mediano plazo una mejora en las condiciones para el desarrollo de individuos y grupos de investigación de alta calidad? SI 3 (4) NO 5 (7). En el contexto mundial, ¿Que importancia tiene México como país productor de investigación sísmica? Mucha 1 (5) Regular 6 (6) Poca 1 (1).**

### Comentarios:

- a. Gracias a unos cuantos investigadores y profesionistas de prestigio, México contribuye de forma importante en este campo a nivel mundial 0 (3)
- b. Centralismo ha dificultado el avance de este campo 1 (0)
- c. Campo con posibilidades importantes para conseguir recursos (incluyendo privados) 1 (1)
- d. Solo se conoce el trabajo teórico con toques de validación experimental 1 (0)
- e. Falta de políticas oficiales congruentes de apoyo a la investigación 0 (1)
- f. México es líder en latinoamérica en cuanto a la actualización de códigos 0 (1)
- g. Producción para el medio local buena, a nivel internacional escasa 1 (0)
- h. Otros (solo la práctica tiene amplio reconocimiento en el extranjero; aunque se han hecho esfuerzos importantes en pro de la investigación, no podemos compararnos con países desarrollados; uno de los centros de investigación de mayor relevancia estuvo a punto de desaparecer por falta de financiamiento)

### 4. Identifique grupos de investigación en ingeniería sísmica a nivel nacional.

- Instituto de Ingeniería UNAM (18). Investigación básica y aplicada en suelos y estructuras. Confiabilidad, riesgo sísmico, estructuras especiales (disipadores), geotecnia, instrumentación. Ingeniería sísmológica, seguridad sísmica. Experimental y analítica. Normatividad.

- Universidad Autónoma Metropolitana (14). Básica y de aplicación. Zonificación de centros urbanos. Riesgo sísmico. instrumentación. Rehabilitación. Ingeniería sísmológica, seguridad sísmica. Experimental y analítica. Contacto con la profesión y provincia.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (12). Básica y de aplicación. Respuesta de suelos y estructuras. Riesgo sísmico. instrumentación. Ingeniería sísmológica, geofísica, seguridad sísmica. Experimental (muros) y analítica. Prevención.
- Universidad Autónoma del Edo. de México (9). Zonificación de centros urbanos. Riesgo sísmico, instrumentación. Rehabilitación. Seguridad sísmica. Experimental y analítica. Investigación regional aplicada.
- Fundación Javier Barros Sierra (9). Investigación básica y aplicada en suelos y estructuras. Desarrollo de tecnología, instrumentación. Ingeniería sísmológica. Analítica.
- CICESE (4). Propagación de ondas y respuesta estructural de edificios. Sismología e ingeniería sísmológica. Analítica.

**¿Como calificaría el tipo de intercambio académico que ha tenido recientemente con uno o varios de estos grupos? Intenso 3 Moderado 7 Bajo 2. ¿Como considera que podría intensificarse este intercambio?**

- |  |       |
|--|-------|
| a. Elaborar y realizar proyectos de investigación interinstitucionales (en varios casos se comenta que deben ser multidisciplinarios y dar lugar a infraestructura y recursos humanos a nivel local)   | 3 (5) |
| b. Corregir las actitudes que se han dado a partir de la interacción entre instituciones   | 1 (1) |
| c. Crear foros de discusión en provincia (cursos, seminarios, simposiums, etc.)  | 0 (4) |
| d. Canalizar mayores recursos a provincia  | 0 (3) |
| e. Depende del interés personal  | 1 (0) |
| f. Menos burocracia y más flexibilidad (crear convenios de colaboración)   | 0 (3) |
| g. Otros (intercambio de investigadores; mayor vinculación de grupos de investigación con los sectores social y productivo; intercambio solo se da con el GIIS; las sociedades técnicas como el SMIS y el SMIE fomentan la creación de grupos) |       |

**Comentarios:**

- |  |       |
|--|-------|
| a. UAM encabeza una red de colaboración científica integrada por 8 universidades                                       | 1 (0) |
| b. UAEM considera que ha sido importante su acercamiento a la UAM y al II UNAM   | 0 (1) |
| c. Falta solidaridad de los grupos grandes con los grupos pequeños   | 1 (0) |
| d. Falta involucrar un sentido de trabajo en grupo durante la formación de recursos humanos                            | 1 (0) |
| e. Centralización producto del desarrollo educativo de nuestro país  | 1 (0) |
| f. El grupo de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes ha permitido integrar todo un acervo de información sísmico | 1 (0) |



**5. ¿Considera que en la República Mexicana se centralicen demasiado la infraestructura y el apoyo a la investigación en el campo de la ingeniería sísmica? SI 7 (12) NO 0. Si su respuesta es afirmativa, ¿Considera conveniente esta centralización? SI 0 (0) NO 7 (12). ¿Que acciones podrían tomarse a corto y mediano plazo para disminuir esta centralización?**

- a. Descentralizar la investigación y educación con ayuda de grupos ya establecidos para dar lugar a la formación de infraestructura y recursos humanos en provincia 3 (3)
- b. Desarrollar proyectos formulados para resolver problemas locales (con la participación de grupos locales) 1 (2)
- c. Transformar la visión de instituciones como el CONACyT para evitar que descalifiquen a grupos emergentes o de provincia 1 (1)
- d. Organizar foros de información interinstitucional donde se formulen propuestas concretas 0 (1)
- e. Reforzar las plantas de investigadores locales/apoyar a las universidades regionales 2 (1)
- f. Las sociedades técnicas y colegios de ingenieros deben tener un papel importante a través de sus delegaciones 1 (2)
- g. El gobierno debería otorgar mayores apoyos para realizar esto 1 (1)
- h. Otros (centralización reflejo del desarrollo educativo nacional; necesario un mayor empuje y trabajo de los grupo de provincia)

**Comentarios:**

- a. Mientras Cd. de México concentre todos los recursos será difícil que se de progreso en este campo 0 (1)
- b. Estimular a investigadores nacionales de alto nivel a que colaboren con investigadores de provincia 0 (1)
- c. Se requiere un cultura de protección sísmica en servidores públicos y apoyo a colegios y centros de investigación 0 (1)

**6. ¿Considera esencial el desarrollo de la investigación experimental y de campo para el progreso de la ingeniería sísmica nacional? SI 8 (12) NO 0 (0). ¿Cree que en México se le de suficiente importancia y apoyo económico a este tipo de investigaciones? SI 0 (1) NO 7 (11) ¿Existen mecanismos adecuados para evaluar académicamente el esfuerzo invertido en este tipo de actividades? SI 1 (1) NO 7 (10).**

**Comentarios:**

- a. Problema notorio en la valoración de trabajo del investigador (experimental y de campo)/los mecanismos de evaluación son debatibles tanto para la investigación analítica como para la experimental 3 (3)
- b. Dado el problema de su valoración, falta de apoyo económico al trabajo experimental y de campo 1 (0)
- c. Infraestructura experimental demasiado centralizada, necesario crear más instalaciones de este tipo 1 (0)

- d. Necesaria la integración de instituciones, estado y centros de investigación 0 (2)
- e. El desarrollo de la investigación experimental en México se ha dado en torno a proyectos específicos de la CFE, SARH, PEMEX y el DDF, el esfuerzo de FICA sobresale 0 (1)
- f. México apenas inicia una cultura experimental 2 (0)

**7. ¿Considera que la cantidad y calidad de estudiantes de posgrado sea la adecuada para desarrollar, en base a su trabajo, proyectos de investigación de importancia? SI 2 NO 10**  
**¿Considera que entre las nuevas generaciones de estudiantes de posgrado haya una preferencia por el trabajo analítico? SI 3 (3.5) NO 4 (7.5) . Si usted a dirigido tesis de posgrado, comente temas típicos que se traten en ellas**

Aislamiento de base; disipadores de energía; criterios de diseño para marcos de concreto; zonificación; peligro y riesgo sísmico; vulnerabilidad; seguridad estructural; instrumentación; mampostería reforzada; determinación de propiedades dinámicas e indentificación de las mismas; rehabilitación; comportamiento no lineal de estructuras; vibración de cimentaciones

**Comentarios:**

- a. Alumnos y profesores tienden a proyectos analíticos por falta de oportunidades en otros campos (se comenta que cuando se le da oportunidad al alumno para incorporarse a trabajo de campo, lo hace gustoso) 2 (1)
- b. Falta de recursos para educar/retener alumnos con potencial para investigación; calidad de tesis va en disminución; urgente la creación de recursos humanos 1 (3)
- c. Programas de licenciatura deficientes. Los programas de maestría necesitan reforzarse, especialmente en la enseñanza de métodos numéricos aplicados 1 (0)
- d. Estudiantes tienen poco conocimiento de sus oportunidades profesionales 0 (1)
- e. Tesis experimentales son demasiado largas 1 (0)
- f. Aunque en mi institución no existe el problema, si es apreciable la falta de estudiantes de maestría de buen nivel 0 (1)

**8. ¿Considera que en México exista un intercambio activo de opiniones y conocimiento entre los ingenieros proyectistas y los investigadores? SI 0 (3) NO 5 (8) . ¿Contribuye el proyectista a la investigación de ingeniería sísmica en México? SI 0 (3) NO 5 (7) . ¿Considera necesario la creación de foros que fomenten la cooperación del investigador con otros profesionistas involucrados en la ingeniería sísmica en México (arquitectos, proyectistas, constructores, etc.)? SI 5 (12) NO 1 (0) .**

**Comentarios:**

- a. Existe poca articulación en la cooperación entre proyectistas e investigadores 1 (1)
- b. Deseable la organización y participación en dichos foros (aunque a veces no se aprovechan) 1 (3)
- c. Mayor vinculación entre el proyectista (sector productivo) y la investigación (necesario el

- análisis y la corrección de obstáculos) 1 (2)
- d. Necesario profesionalizar las sociedades profesionales, podrían convertirse en dichos foros 1 (0)
- e. La iniciativa individual es lo importante 1 (0)

**9. ¿Que cambios cualitativos necesitan nuestros códigos de diseño sismorresistente?**

- a. Empezar por elaborarlos a nivel regional involucrando condiciones y recursos humanos locales 4 (4)
- b. Mayor claridad en cuanto a conceptos, redacción, factores y nomenclatura (ejemplos) 3 (1)
- c. Actualizarlos acorde a investigaciones recientes y tomando en cuenta la opinión del proyectista 2 (4)
- d. Elaborar un código modelo (manual CFE no satisface este papel) 1 (1)
- e. Cambiar la filosofía y formato de los códigos actuales, que sean más explícitos 1 (2)
- f. Incluir ayudas de diseño computacionales, sistemas expertos 0 (2)
- g. Elaborar criterios para estructuras no convencionales 0 (2)
- h. Otros (simplificar códigos; códigos actuales reflejan el estado del arte; códigos deben enriquecerse a partir del estudio de estructuras instrumentadas)

**¿Considera que los códigos de diseño debieran ser más explícitos en cuanto a la aplicación y contexto de sus requerimientos técnicos? SI 4 (10) NO 2 (2). ¿Es este un momento oportuno para implementar cambios en nuestros códigos de diseño sismorresistente? SI 4 (8) NO 2 (2).**

**Comentarios:**

- a. Más importante la difusión y educación en cuanto a su uso que su actualización 1 (2)
- b. En provincia se estan elaborando y actualizando con éxito, en el D.F. no se ha podido por un centralismo excesivo 1 (0)
- c. Códigos deben actualizarse antes de y no después de 1 (0)
- d. Código debiera ser definición de criterios básicos y no contener textos de diseño o normas complementarias 1 (0)
- e. Falta formar cómites para incluir diversidad de punto faltantes 0 (1)
- f. Siempre es un momento oportuno para incorporar el estado del conocimiento en los códigos 1 (0)
- g. Otros (criterios uniformes para análisis dinámicos; no basar cambios en modas internacionales poco fundamentadas; cambio debe ser gradual; las normas complementarias existen para hacer al código explícito; criterios para el diseño y construcción de casas habitación)

**10. ¿Como juzga el nivel de difusión que se le da en México a los últimos avances en ingeniería sísmica? Adecuado 3 (2) Inadecuado 5 (8). Comente el tipo y número de publicaciones que genera anualmente conforme a la siguiente tabla:**

Publicación de artículo en	D.F., número de		Provincia, número de	
	Publicaciones	Respuestas	Publicaciones	Respuestas
Revista internacional con arbitraje	0.5 a 2	7	1 a 2	4
Revista nacional con arbitraje	0.75 a 2	7	0.3 a 2	7
Congreso Mundial o Internacional	1 a 5	9	1 a 3	7
Congreso Nacional	1 a 8	11	1 a 2	10
Reporte Técnico	1 a 15	7	1 a 3	7
Informe con circulación restringida	1 a 1	5	2 a 3	4
Libros	0.2 a 0.5	4	1 a 1	2
Manuales	0.5 a 0.5	3	1 a 1	2

¿Hay en México un número adecuado de revistas técnicas de alta calidad? SI 2 (1) NO 4 (10). Cuando usted escribe un artículo técnico, ¿Piensa en que pueda ser leído por un proyectista? SI 4 (5) NO 4 (5) ¿Escribe regularmente artículos de difusión? SI 3 (4) NO 5 (7).

**11. Proporcione el número aproximado de tesis que dirige anualmente dentro de cada uno de los siguientes grados académicos:**

- a) Licenciatura: 1 a 4 7 (11)  
b) Maestría: 0.5 a 3 6 (7)  
c) Doctorado: 1 1 (0)

**Comentarios:**

- a. Se dificulta dirigir tesis de posgrado por falta de apoyo a los alumnos (mejoría si hubiera mas recursos) 1 (1)  
b. No hay lectores para justificar la publicación de más revistas en México 1 (0)  
c. Falta de una revista de ing. sísmica de buena calidad es un escollo para la investigación nacional 1 (0)  
d. Se requiere de supervisión cercana a las tesis de licenciatura 0 (1)  
e. Importante tomar en cuenta a los proyectistas cuando se escriben artículos técnicos 0 (1)  
f. Los estudiantes de posgrado y las becas estan concentrados en la UNAM 0 (1)

**12. ¿Identifica tópicos y proyectos de investigación que debieran emprenderse con urgencia o en un futuro cercano?**

- a. Zonificación y estudios de riesgo sísmico de centros urbanos más importantes 2 (3)  
b. Normatividad regional 1 (3)  
c. Instrumentación sísmica (subsuelo y edificaciones)/identificación estructural 1 (4)  
d. Rehabilitación estructural 2 (1)  
e. Materiales y respuesta de sistemas estructurales 1 (2)



- f. Vivienda 1 (1)
- g. Código modelo 1 (1)
- h. Disipadores de energía/aislamiento sísmico 1 (0)
- i. Otros (confiabilidad; sistemas estructurales y practicas constructivas adecuadas; prefabricados; códigos de diseño para estructuras industriales) 1 (00)

**De emprenderse estos proyectos, ¿Como se beneficiaría la ingeniería sísmica a nivel nacional?**

- a. Mayor conocimiento de la respuesta de suelo y estructuras (calibración de modelos de predicción) 1 (1)
- b. La ingeniería sísmica cumpliría mejor su función social 0 (2)
- c. Proyectistas tendrían valores de diseño aplicables a su región 0 (1)
- d. Mayor seguridad o conocimiento de la seguridad de construcciones existentes 1 (5)
- e. Se crearía información en temas poco documentados (rehabilitación, sistemas innovadores) 1 (2)
- f. Otros (ya se emprendieron estos proyectos; mejor información sobre cuestiones sísmicas)

**¿Esta el país en condiciones de afrontar el reto que constituye la realización de dichos proyectos?**

- a. Si (costo-beneficio no tiene comparación; eliminar centralismo; que se contemple la formación de recursos humanos; importante apoyo a la investigación práctica) 3 (9)
- b. Solo deben plantearse proyectos acorde a las condiciones del país 1 (0)
- c. Estos proyectos deben realizarse con enfoques multidisciplinarios y el apoyo de CONACyT, sector productivo de obras civiles, instituciones de educación superior y gobiernos estatales 0 (2)
- d. Se deben canalizar recursos hacia las regiones con mayor potencial de desarrollo 0 (1)

**13. ¿Cuales considera los mayores logros y limitaciones de la investigación de la ingeniería sísmica en México? ¿Que acciones son deseables para mejorar el nivel y cantidad de la investigación de la ingeniería sísmica en México?**

**LOGROS**

- a. Estudio y entendimiento de la respuesta de suelo y estructuras 2 (0)
- b. Grupos de investigación con prestigio internacional 1 (4)
- c. Surgimiento de grupos jóvenes/independientes en varios puntos del país 1 (2)
- d. Red acelerométrica de la Cd. de México 0 (2)
- e. Existencia de códigos 1 (2)
- f. Grandes logros en riesgo sísmico, efectos de sitio y movimiento del terreno 3 (0)
- g. Otros (auge de los estudios del fenómeno sísmico; comienzo entusiasta de los 60s y 70s; trabajos que se han iniciado para recabar información para el futuro; existencia de una escuela

mexicana de ingeniería sísmica; difusión y eventos técnicos; formación de recursos humanos; se están consolidando los posgrados)

### LIMITACIONES

- a. Falta de trascendencia y repercusión de este campo en la sociedad 0 (1)
- b. Falta de cooperación entre los diferentes grupos 1 (2)
- c. Apoyo inadecuado y falta de políticas para el desarrollo de este campo 1 (4)
- d. Solo se responde después de sismos importantes 1 (0)
- e. Información no llega a nivel municipal 1 (1)
- f. Otros (estancamiento centralista de los 80s y 90s; falta de coordinación de investigadores con provincia e instituciones de educación; cuestiones burocráticas y culturas impiden que asumamos un papel internacional de importancia)

### ACCIONES DESEABLES

- a. Mejorar el intercambio interinstitucional y entre los investigadores y el sector productivo 0 (3)
- b. Descentralización (creación de grupos e infraestructura local) 1 (3)
- c. Fomentar y mejorar la educación en este campo a todos los niveles para la formación de recursos humanos (motivar a estudiantes brillantes; consolidación de posgrados; actualizar y reforzar programas de posgrado; mejorar la preparación desde niveles inferiores; apoyo más directo a instituciones de educación superior; definir criterios mínimos en cuanto a ingeniería sísmica en todas las licenciaturas de ingeniería civil; fomentar la creación de grupos de investigación de buena calidad) 3 (4)
- d. Inventario de las necesidades del sector productivo 0 (1)
- e. Difundir cultura sísmica en el país 0 (1)
- f. Apoyar la adquisición de infraestructura de equipo para investigación experimental 0 (2)
- g. Mejorar la situación económica de investigadores, los sistemas actuales de evaluación no logran este objetivo 1 (0)
- h. Otros (planteamiento global a nivel nacional; involucrar a proyectistas en proyectos de investigación; estudios de riesgo sísmico y efectos de sitio; estudio de la respuesta estructural; identificar temas de investigación)

### 14. Añada cualquier observación que considere ayudaría al comité a formarse una panorama mas completo de la ingeniería sísmica en México.

- a. Investigación y reglamentación no acorde con el bajo nivel de la práctica 1 (0)
- b. Esfuerzos por crear conciencia de la importancia de este campo a todos los niveles (primaria y secundaria) 0 (1)
- c. Se está dando un esfuerzo por lograr una investigación mas plural, que de tener éxito impulsaría vigorosamente el desarrollo de la ingeniería sísmica en México 1 (0)
- d. Falta de información del fenómeno sísmico 1 (0)
- e. Deseable integrar un foro de análisis sobre el estado actual de la ingeniería sísmica 0 (1)
- f. El impacto de la investigación y los códigos es solo para una élite de profesionales 1 (0)

- g. Cuando ocurran grandes tragedias se reciben recursos para investigar y poco a poco se va olvidando 1 (0)
- h. Necesario organizar la ingeniería sísmica a nivel nacional (ayudar a los estados y junto con las instituciones de nivel superior acordar líneas de investigación) 1 (1)
- i. El comité deberá hacer propuestas a nivel nacional para mejorar la educación 0 (1)
- j. Se debe hacer sentir a la sociedad y a los gobiernos que se deben destinar recursos para esta rama de la ingeniería 0 (1)

Fundación ICA es una Asociación Civil constituida conforme a las leyes mexicanas el 26 de octubre de 1986, como se hace constar en la escritura pública número 21,127 pasada ante la fe del Lic. Eduardo Flores Castro Altamirano, Notario Público número 33 del Distrito Federal, inscrita en el Registro Público de la Propiedad en la sección de Personas Morales Civiles bajo folio 12,847. A fin de adecuar a las disposiciones legales vigentes los estatutos sociales, estos fueron modificados el 17 de octubre de 1994, como se hace constar en la escritura pública número 52,025 pasada ante la fe del Lic. Jorge A. Domínguez Martínez, Notario Público número 140 del Distrito Federal.

Fundación ICA es una institución científica y tecnológica inscrita en el Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el número 97/213 del 20 de junio de 1997.

Esta edición especial de "ESTADO ACTUAL DE LA INGENIERÍA SÍSMICA EN MÉXICO", se terminó en octubre de 1997, se imprimieron 2,500 ejemplares. La edición estuvo al cuidado de Fernando O. Luna R.



## Consejo Directivo de Fundación ICA.

Presidente.

Ing. Bernardo Quintana.

Vicepresidentes.

Dr. José Sarukhán Kérmez

Dr. Guillermo Soberón Acevedo

Ing. Guillermo Guerrero Villalobos

Ing. Raúl López Roldán

Director Ejecutivo.

Ing. Fernando O. Luna Rojas

### Cuerpos Colegiados de los Programas Operativos.

Comité de Becas.

Ing. José Manuel Covarrubias Solís

Dr. Francisco Yeomans Reyna

ing. Miguel Angel Parra Mena

Comité de Premios.

Dr. Luis Esteva Maraboto

M.I. Mario Ignacio Gómez Mejía

Ing. Gregorio Farías Longoria

Comité de Publicaciones.

Ing. José Iber Rojas

Dr. Oscar González Cuevas

Dr. Horacio Ramírez de Alba

M.I. Gabriel Moreno Pecero

Ing. Santiago Martínez Hernández

Comité de Investigación.

Dr. José Luis Fernández Zayas

Dr. Bonifacio Peña Pardo

Dr. Ramón Padilla Mora

Dr. Roberto Meli P.