

Nuevos grados en la norma chilena de barras de refuerzo NCH204:

- A700-520 H
- A730-550 H

Porque tenemos la tecnología y la experiencia, desarrollamos aceros de mayor resistencia para aportar a la productividad de cada nuevo proyecto.

- Solución a problemas de congestión.
- Ahorro en materiales y mano de obra.
- Menor tiempo de montaje e instalación.
- Mayor espacio útil.
- Disminución de la huella de carbono.







#### ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES

Presidente: Ian Watt

Vicepresidente: Phillipo Correa

Secretario: Lucio Ricke Tesorero: Tomás Núñez Directora: María Jesús Aguilar Directora: Marianne Küpfer Past President: Cristián Delporte

#### **COMITÉ EDITORIAL**

lan Watt Rita Núñez

#### PRODUCCIÓN EDITORIAL

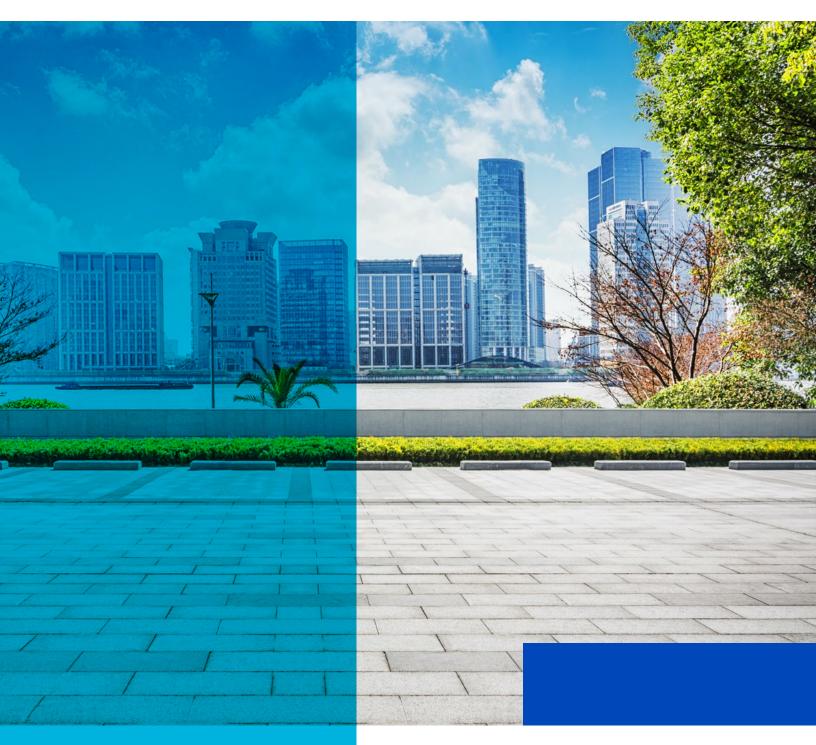
GreenCom contacto@greencom.cl +569 3392 1372

#### DISEÑO

Sergio Cruz Castro iamsergiocruz@gmail.com +569 8827 0037

Se permite toda reproducción, total o parcial, siempre y cuando se cite a "Revista de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales (AICE)". Las opiniones publicadas en esta edición son de exclusiva responsabilidad de quienes las emiten, por lo tanto, no reflejan una visión oficial de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales ni del Comité Editorial de esta revista.





# ÍNDICE

**E**ditoria

Asamblea 2021

Directorio Ampliado

NCh3417: Entrada en vigencia

NCh3417: Entrevista Luis de la Fuente

NCh3417: Opinión Lucio Ricke

NCh3417: Entrevista Rodrigo Mujica Primer Conversatorio 2021

Opinión José Eyzaguirre

Opinión Yves Besançon

Romenaje a Manuel Ruz

34 14º Congreso Anual

37 Ingeniero del Año 2021

Columna madera Minvu

Postensado en Edificios Habitacionales 9º Seminario Proyectos

Entrevista Marcela Radovic

Segundo Conversatorio 2021

Curso Introducción al Diseño de Infraestructura Eléctrica

Curso Online:
Geotecnia para
Ingenieros
Estructurales

Conexiones
precalificadas para
controlar el daño en
estructuras de acero

Curso: Análisis No Lineal de Estructuras

Día Internacional de la Mujer en Ingeniería



Es necesaria la colaboración y el trabajo de todos los socios para enfrentar desde la profesión los desafíos que se vienen para el diseño de los proyectos y para seguir aportando a nuestro país, como lo hicieron nuestros antecesores.

Después de un año como presidente de la Asociación, no me queda más que empezar agradeciendo a todos aquellos que han liderado esta organización desde 1996. En AICE ha habido siempre una ambiente de constante colaboración, lo que ha dado continuidad al trabajo hecho anteriormente. A todos los presidentes nos ha tocado levantar un piso más, pero con los planos dejados por nuestros antecesores. Y, por supuesto, con el apoyo de todos los otros directores, que con su colaboración diaria son los que logran gestionar estos cambios. Pero realmente el agradecimiento es a todos los socios, en particular a aquellos que han abrazado la posibilidad de cooperación a través de los distintos subcomités que se han abierto. Creo que es desde ahí que el futuro de nuestra Asociación se ha sembrado, y pronto esperamos que rinda frutos para nuevas ideas y liderazgos.

Ha sido un año extraño, porque no sabíamos a qué normalidad nos íbamos a enfrentar, pero supimos adaptarnos, finalmente. La convivencia digital demostró todos sus beneficios, pero también sus límites, por lo que nuestro compromiso es intentar migrar a modos híbridos, y volver a la presencialidad que es tan importante en una asociación gremial, cuya componente social es esencial para que crezcamos, desarrollemos y articulemos a futuro. Las comunicaciones online también permitirán que los socios de regiones puedan participar sin los sacrificios extremos de otrora, y podamos seguir así avanzando en una descentralización tan necesaria para nuestro país. Las miradas de todos nuestros socios, jóvenes y mayores, de Santiago y de regiones, hombres y mujeres, son necesarios para que desde el directorio de la Asociación sepamos trazar la ruta para el futuro.

Hemos tenido grandes logros este 2021. Hemos modernizado nuestros estatutos, para ser una organización más abierta, inclusiva y dinámica, capaz de adaptarse a los nuevos tiempos y realidades. Las reglas claras son claves para el funcionamiento de las instituciones, y los estatutos modernos son el primero de varios pasos que debemos seguir. Internamente hemos tenido un gran avance con sistemas de control y gestión de información, pero esto debe ser un proceso de mejora permanente, para así seguir dándole solidez a nuestra querida Asociación. Esto debe realizarse siguiendo estándares de transparencia tan demandados por la sociedad actual, que creo es la mejor manera de lograr participación activa para el despliegue de los talentos de nuestros socios.

Otro importante avance es la entrada en función de los subcomités dentro de la orgánica que habíamos aprobado el 2020, porque es ahí donde efectivamente se desarrolla la AICF. FI Comité Técnico ha avanzado bastante con nuestros cursos que ya han traspasado fronteras y son referencia para muchos ingenieros fuera del país, y que no podrían funcionar sin el aporte de los miembros abocados a ello. Pero hay mucho más por hacer, sólo faltan más manos interesadas en aportar en las distintas instancias que lidera nuestro director Philippo Correa.

El Comité de Normas tuvo el 2021 despliegue importantísimo, plasmado con la oficialización de la norma NCh3417, un paso crítico para que esta sea incorporada en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Sin el incansable trabajo de este Comité y su líder Lucio Ricke, que con su participación en el Consejo de Normalización de la Construcción ha logrado posicionar a la AICE de manera muy influyente en las normas a impulsar, no podríamos haber logrado la meta de tener una norma tan puramente gremial reconocida por el Estado. El buen uso de ella nos permitirá reducir conflictos contractuales, definir de forma más clara los provectos, y avanzar en la profesionalización de los mismos.

El Comité de Actividades y Difusión

ha tenido la difícil tarea de mantenernos comunicados e informados sin presencialidad, v gestionar nuevamente de manera exitosa el Seminario de Proyectos como instancia destacada de nuestro calendario, y que no pudimos realizar el 2020. Vale la pena destacar que una innovación del seminario fue la incorporación y premiación de trabajos del mundo de la Academia. A esto se le suma el trabajo constante de las líderes de este equipo, María Jesús Aquilar y Mariana Küpfer, en el desarrollo de los conversatorios que buscan que nuestros socios puedan compartir sus inquietudes y visiones.

El Comité Gremial, liderado por Cristian Delporte, tuvo también un año muv activo. Se conformaron dos subcomités para formalizar nuestras relaciones con los organismos estatales más relevantes, que son el MOP y Minvu. Como organización gremial es de la mayor relevancia tener canales de comunicación formales y ágiles con las organizaciones que regulan mucho de nuestro quehacer. El Subcomité Minvu trabajó en las modificaciones a la ordenanza, transmitiendo nuestra posición al órgano regulador. El subcomité MOP avanzó en representarnos ante el MOP, relevando nuestro interés en ser un actor destacado en la discusión de criterios de diseño o en los estudios normativos que se deban profundizar a futuro. Debemos dejar de ser una organización reactiva para pasar a ser una propositiva, y para eso es esencial que actuemos colegiadamente para impulsar las mejores prácticas y técnicas. Es esencial que la AICE se vincule con la mayor cantidad de organizaciones relevantes, de manera que podamos actuar como bloque frente a distintas temáticas que nos puedan afectar.

Pero no fue solo un año de crecimiento organizacional. Nuestro 14º Congreso Anual abordó de manera frontal uno de los temas más relevantes para nuestro país, como es el diseño sostenible. Este tema es de relevancia mundial, y creemos

firmemente desde la AICE que debemos ser líderes en esta materia, porque Chile será uno de los países más afectados por el cambio climático, de acuerdo a todos los informes internacionales, y tampoco podemos quedar ajenos al gran desafío de mejorar la productividad en nuestro sector. Plantear el tema es un primer paso, pero no podemos quedarnos ahí. La innovación en materiales sustentables avanza a ritmos increíbles, y debemos lograr estar al tanto de la aplicación práctica de ellos. Así también, el avance de nuevas tecnologías introducirán desafíos de renovación a ritmos aún mayores a los que nos hemos enfrentado en el pasado, y la AICE debe ayudar a articular y facilitar a todos nuestros miembros este traspaso de conocimiento. El cambio climático nos enfrentará a duros y nuevos desafíos. Nuestros diseños resistentes a sismos ahora deberán enfrentarse a nuevas amenazas climáticas, y tendremos que encontrar nuevos equilibrios. Todos estos desafíos nos obligarán a conjugar el ímpetu por el cambio de las nuevas generaciones con mantener las buenas prácticas de nuestros antecesores, para que el ingeniero estructural chileno permanezca como referente mundial. Hagamos de esta crisis una oportunidad para nuestro país, para que Chile sea referente no solo en sismorresistencia, sino en la resiliencia total de sus estructuras.

Sin duda, el futuro de la ingeniería chilena se construye cada día, y la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales de Chile está llamada a ser un actor relevante en la discusión que viene. Es necesario que todos nuestros miembros participen, para que nuestras diversas miradas, nuestra experiencia y el anhelo de ejercer nuestra profesión con una visión acorde a los nuevos tiempos, nos permita continuar la senda de aporte que nuestros antecesores nos legaron. Asumamos el compromiso de construir un mejor Chile, trabajando todos juntos para enfrentar el futuro.





Asamblea 2021

# Socios de AICE eligieron nuevos directores y aceptaron cambio de estatutos

En la Asamblea Ordinaria de Socios llevada a cabo el 31 de marzo de 2021, seguida de la Asamblea Extraordinaria para la revisión de los estatutos.

Por segundo año consecutivo, los socios de AICE pudieron renovar el directorio a través de la Asamblea Ordinaria realizada de manera virtual, a través del sistema de Evoting.

De esta manera, de entre cinco candidatos, dos fueron renovados para

un segundo período: María Jesús Aguilar y Tomás Núñez, en tanto que ingresó Marianne Küpfer.

Votaron 45 de los 104 socios habilitados para hacerlo, correspondiente a un 43,27% de participación. En total, las 135 preferencias se dividieron



de la siguiente manera:

- · Marianne Küpfer Cauty: 36
- · María Jesús Aguilar Díaz: 31
- Tomás Núñez Acuña: 27
- Fernando Yévenes Ugarte: 23
- Marco García Astorga: 12
- · Blancos: 6 votos

Frente a la plataforma EVoting, los apoderados fueron José Santander, abogado de AICE, quien actuó como ministro de fe; junto a los socios Juan Pablo Olmos y Sebastián Contreras, integrantes de la Comisión de Elecciones.

#### Cuenta del presidente

La Asamblea Ordinaria estuvo conducida por el secretario de AICE, lan Watt, quien también dio lectura al acta del año anterior.

En su cuenta anual, el presidente, Lucio Ricke destacó que el desafío de organizar actividades online durante el año 2020, brindó una oportunidad de ampliar la cobertura tanto nacional como internacional. "Era común ver a socios y no socios participar en cursos desde distintos países de Latinoamérica, Europa, España, Australia, lo cual fue muy gratificante, porque parte de lo que nos interesa hacer es atender a la mayor cantidad de ingenieros posible", señaló Ricke.

Asimismo, contó que en 2020, los socios llegaron a 254, duplicándose en los últimos cinco años. Junto con ello, presentó el organigrama de la asociación, dividido en el Directorio, Comité ejecutivo, Comisión

#### Revisora de Cuentas, Comité gremial, Comité técnico, Comité de normas, Comité de actividades y difusión.

Si bien en todas estas instancias hay miembros del directorio, "el objetivo es que se vayan sumando los socios, porque hay mucho trabajo por hacer", solicitó.

El Comité gremial, liderado por el Past President Cristián Delporte, generó una propuesta de cambio de estatutos, los que fueron aprobados en Asamblea Extraordinaria, sostenida a continuación de la Asamblea Ordinaria. Cabe mencionar que dentro del comité gremial se establece también el Consejo consultivo, integrado por exdirectores.

El Comité técnico, liderado por Tomás Núñez y Phillipo Correa, señaló que dicho Comité ha estado desarrollando los cursos y trabajando en una Comisión Académica que hasta la fecha cuenta con siete integrantes, y a través de la cual se desarrolló la parrilla programática de cursos para el año 2021, logrando, además convenios con la Universidad de Chile, la Universidad Católica y la Universidad de Los Andes.

"Esta es un área muy importante para poder difundir el conocimiento en ingeniería y poder perfeccionar nuestra preparación académica, manteniéndonos permanentemente actualizados, tanto en Chile como en el extranjero", dijo el presidente de AICE.

Dentro de este grupo, está el subcomité de fichas rápidas de evaluación de estructuras, trabajo que se realiza desde hace dos años, a partir de una conversación con el grupo USAR de Bomberos de Chile, y en el que el Ministerio de la Vivienda tiene puesto su interés. Por otra parte se señaló que el Comité de normas, liderado por Simón Sanhueza, ha estado trabaiando en un catastro de normas del sector construcción. "Es un tema muy importante, en el que tenemos que avanzar, porque hay bastante confusión en las normas que se deben usar y cuáles no. Incluso en algunas bases de licitación se incorporan referencias a normas que están obsoletas", advirtió Ricke. Dado que hay otras instituciones que están haciendo lo mismo, para el líder de AICE, es necesario llegar a un consenso para un listado único.

Por último se indicó que el Comité de actividades y difusión, liderado por Phillipo Correa y María Jesús Aguilar, desarrolló siete conversatorios técnicos y 10 charlas de auspiciadores durante el año 2020.

Ricke también contó que siguen trabajando con el Minvu en temas relacionados con el Registro de Revisores de Proyectos de Cálculo Estructural, en las fichas para inspección de obras post terremoto, en instrumentación sísmica de edificios, y en una mesa de trabajo para el Decreto de Calidad (modificación de la OGUC). Y destacó la oficialización desde el MOP de la NCh3417:2016 Estructuras - Requisitos para proyectos de cálculo estructural, que entró en vigencia el 14 de julio.

"Fue un acierto integrarse al Instituto de la Construcción, porque nos permite conversar los temas importantes", añadió Ricke, quien es integrante del Directorio del IC, en representación de los socios activos. A ello se suma la presidencia por parte de lan Watt, del Subcomité de Indice y Contenidos del Código Modelo de Diseño Sísmico para América Latina y El Caribe. Bajo el alero del IC, la AICE es invitada a participar en el Consejo de Normalización de la Construcción, donde se aporta desde la visión normativa. La asociación también participa de la Mesa Sectorial Estrategia Nacional de Huella de Carbono para el sector construcción en Chile, del Conse-



jo Directivo de Construye2025, de BIM Forum Chile y del Consejo de Construcción Industrializada (CCI).

#### Buena situación

El tesorero Tomás Núñez mostró los estados financieros de AICE. Se detallaron los estados de resultado y el balance 2020, tanto de la Asociación como de la Productora. Estos fueron previamente aprobados por la Comisión Revisora de Cuentas conformada por Guido Cavalla y Andrés Cánepa, quienes serán reemplazados por Ricardo Guendelman y Carlos Sepúlveda a partir de este 2021.

Al finalizar, el director lan Watt agradeció a quienes participaron de estas votaciones y de la asamblea.

Lucio Ricke saludó a todos los candidatos y agradeció su disponibilidad para participar de este proceso.

La reciente elegida directora, Ma-

rianne Küpfer, se mostró contenta de unirse al equipo de AICE, en el que ha colaborado de forma indirecta a lo largo de los años, "estoy muy entusiasmada de poder hacer un aporte, se han hecho grandes cosas ya y hay que seguir trabajando", dijo.

Por su parte, María Jesús Aguilar agradeció a los asistentes por la reelección y afirmó que pese al arduo trabajo online, se han visto buenos frutos.

#### Cambio de estatutos

Asimismo, con más del 90% de aprobación de los socios presentes en la Asamblea Extraordinaria, la AICE iniciará el proceso legal para el cambio de estatutos.

Los cambios están relacionados con la incorporación de la alternativa de voto electrónico, las asambleas ordinarias y extraordinarias de forma remota, los criterios de entrada de los nuevos socios, la forma de citación a las asambleas, la forma de postular al directorio, eliminando el sistema de listas y las renovaciones parciales.

"Hemos logrado e innovado harto y hemos seguido respondiendo a las necesidades de los socios, los invitamos a que nos informen, comenten, participen y trabajen en las instancias existentes y en las que vamos a seguir creando. Da gusto ver cómo la asociación ha ido tomando peso en el rubro de la construcción. estamos recibiendo varias invitaciones y eso es parte del crecimiento, lo que nos tiene muy contentos", concluyó Lucio Ricke.

#### Nuevos cargos en Directorio

Los cargos del directorio 2021 fueron definidos en reunión llevada a cabo el 7 de abril de 2021, quedando conformado de la siguiente manera:

- · Presidente: lan Watt
- · Vicepresidente: Phillipo Correa
- Secretario: Lucio Ricke
- Tesorero: Tomás Nuñez
- Directora: María Jesús Aguilar
- Directora: Marianne Küpfer
- · Past President: Cristián Delporte

Directorio ampliado

#### AICE presentó sus objetivos y planificación para 2021

En el Directorio Ampliado realizado el 28 de abril, junto con presentar los nuevos cargos de la directiva, se dio a conocer las actividades programadas para este año y el trabajo de los comités.

Para presentar al nuevo directorio, los objetivos y planificación de 2021, AICE realizó el primer Directorio Ampliado de este año, liderado por lan Watt, presidente de la Asociación Gremial.

En primera instancia, Watt confirmó los cargos dirimidos en reunión de directorio de abril, quedando de la siguiente manera:

- Presidente: Ian Watt
- · Vicepresidente: Phillipo Correa
- · Secretario: Lucio Ricke
- · Tesorero: Tomás Nuñez
- Directora: María Jesús Aguilar
- · Directora: Marianne Küpfer
- · Past President: Cristián Delporte

Cristián Delporte, Past President de AICE, felicitó a lan Watt y agradeció al presidente saliente, Lucio Ricke, "por su muy buena gestión durante los dos años pasados". Las palabras de agradecimiento también recayeron en el exdirector Simón Sanhueza

Entre los objetivos de este año, están el aumento del número de socios, así como el crecimiento en la cantidad de normas en estudios, porque ha sido una preocupación constante de los socios, al "decirnos que quieren una participación más activa en el desarrollo de normas, que seamos referentes e impulsores", señaló Watt.

Por otra parte, también es relevante diversificar los temas de los cursos impartidos por AICE, junto con lograr una mayor participación de los socios y aumentar la visibilidad nacional e internacional, el cual es un objetivo permanente.

#### **Actividades**

Para este 2021, se decidió retomar el Seminario de Proyectos, que se realizó en agosto próximo, en modalidad online, y recibieron proyectos de tres áreas: edificación, industrial e investigación, para integrar al mundo académico (alumnos y profesores).

En tanto, el Congreso Anual se realizó en noviembre, en modalidad online, para poder dar cabida a asistentes y expositores nacionales e internacionales que no puedan asistir de manera presencial. Los organizadores para la nueva versión del encuentro fueron Marianne Küpfer y Phillipo Correa.

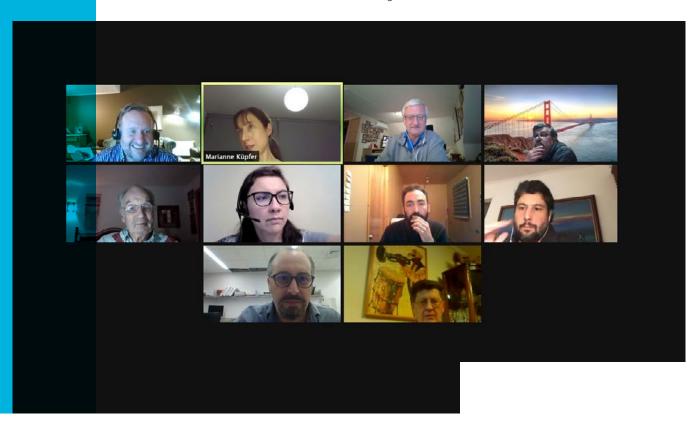
#### Avances comités

El Comité de Comunicaciones está integrado por las directoras María Jesús Aguilar y Marianne Küpfer, en tanto que se sumarán también al equipo los socios Gonzalo San Martín y Jorge Tobar.

El Comité Gremial, presidido por Cristián Delporte, tiene por objetivo establecer y gestionar políticas gremiales de largo plazo que sean de interés de los socios, analizar y estudiar temas legales referente a la profesión y que involucre a los asociados, entre otros elementos. Junto a Delporte, participan también lan Watt y Lucio Ricke.

En 2020, se trabajó con un subcomité para la reformulación de estatutos de AICE, que está en las últimas etapas legales y en este 2021 se Para presentar al nuevo directorio, los objetivos y planificación de 2021, AICE realizó el primer Directorio Ampliado de este año, liderado por lan Watt, presidente de la Asociación Gremial.





suman el Subcomité Temporal Consulta Pública Modificación OGUC y el Subcomité Reglamento Minvu Revisores.

Cristián Delporte explicó que el contacto con el Minvu se retomó hace unas semanas y que la cartera llegó con una propuesta de modificación de la OGUC, en la cual no fueron incluidas las observaciones hechas por la AICE en las reuniones sostenidas en 2020 y 2019. Por ello, se hizo un llamado a los socios a participar en la consulta pública y a enviar sus observaciones para entregar una visión consensuada desde la Asociación.

El Comité de Normas, liderado por Lucio Ricke, trabaja para aportar al conocimiento y la difusión de la normativa vigente en el ámbito de la construcción en Chile. Está conformado, además, por los socios Ángela Bahamondes, Sebastián Contreras y Sergio Córdova. Como señaló Ricke, es necesario definir aún el camino que queremos seguir como Asociación en relación al trabajo del comité y las normas.

Por su parte, Phillipo Correa, encargado del Comité Técnico, comentó que el área de capacitaciones de AICE pasó de tener 40 alumnos en 2018 a más de 100 en 2020, v la proyección para 2021, en cuatro cursos, es contar con más de 200 asistentes. Para este año, los cursos que se impartirán en dos versiones cada uno son: diseño con aisladores elastoméricos, amenaza sísmica, geotecnia para ingenieros estructurales y análisis estático no lineal de estructuras.Dentro de este comité también hay un subcomité que va analizando las posibilidades v necesidades de cursos a futuro. Está conformado por: Marcela Aravena, Mario Lafontaine, Miguel Medalla, Fabián Rojas, Francisco Cruz y Fernando Yévenes.

En cuanto a los Manuales, la Cartilla de Evaluación Rápida de Estructuras lleva un 50% de avance, y en la Base Técnica de Evaluación Preliminar de Estructuras hay un 20% de avance. En este subcomité participan: Andrés Larraín, Andrés Villanueva, Claudia Galaz, Diego Osorio, Eduardo Hurtado, Sebastián

Hurtado, Fabián Rojas, Laura Yaconi, Nataly Manque, Nicolás Fuentes, Pablo García y Yanko Morales. Asimismo, este comité se preocupa de la relación con las universidades, en materia de capacitación y educación continua, para lo cual hay un Convenio Marco con la Universidad de los Andes, convenios específicos con la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile, y para este 2021, esperan llegar a un acuerdo con la Universidad Católica de Valparaíso.

Sobre el proyecto de Revisores Sísmicos, en el área inmobiliaria ya hay un catastro de brechas, en tanto que el área industrial está comenzando el trabajo para desarrollar un marco conceptual.

Al finalizar, lan Watt ofreció los canales de comunicaciones de AICE para dar visibilidad a los socios y les recordó la invitación a participar para que "los comités empiecen a tomar vuelo. Hoy el trabajo está avanzado y si quieren participar en alguno, serán bienvenidos".



Fijaciones certificadas. Anclajes adhesivos para hormigón. Conectores ocultos, ángulos rígidos y empalmes. Las soluciones estructurales para madera masiva Simpson Strong-Tie le brindan la máxima resistencia y flexibilidad de diseño. Con nuestro equipo de Ingenieros especializados, soporte técnico continuo y una red de suministro a nivel nacional que entrega exactamente lo que necesitas, cuando lo necesitas — puedes estar seguro que tus proyectos de madera masiva serán más resistentes, más rápidos y más fáciles que nunca.

SIMPSON Strong-Tie

Para aprender más acerca de nuestras innovadoras soluciones, visita nuestro catálogo Connectors & Fasteners for Mass Timber Construction en **strongtie.com/masstimber**.



NCh3417: Entrada en vigencia

#### Entró en vigencia la NCh3417 que define los alcances de los proyectos estructurales

Alrededor de trece años después de iniciado el trabajo del comité de proyecto de cálculo estructural, este 14 de julio entró en vigencia la oficialización del MOP de la normativa que regula los componentes de un proyecto de ingeniería estructural.

El proyecto de cálculo estructural es visto como un commodity, a juicio

de Eduardo Santos, ingeniero civil de la Universidad de Chile, socio director de IEC Ingeniería S.A. y socio de AICE.

Es por ello que vio con buenos ojos la iniciativa del Instituto de la Construcción, que comenzó antes del terremoto de 2010 a levantar un comité en el que recuerda que participaron alrededor de 15 ingenieros, incluido él mismo. Entre ellos: Luis de la Fuente, Fernando Yáñez, Sergio Contreras, Alfonso Larraín, Marcial Baeza, Rodrigo Concha, Miguel Sandor, Rodrigo Mujica, René Lagos, Manuel Ruz, Carlos Aguirre, más Bernardo Valdés y Manuel Brunet, por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC); Adolfo Balboa, por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la V Región; Juan Lund del Colegio de Arquitectos; Marcelo Soto de la DITEC-Minvu, y Carmen Abarca, del IC.

El objetivo era conversar sobre cómo regular el contenido de un proyecto de cálculo estructural. Con ello se dio origen a la norma NTM 004 "Estructuras: Proyecto de ingeniería estructural", que el Minvu publicó después del terremoto, entre otras normas técnicas Minvu (NTM).

¿Por qué se justificaba el desarrollo de esta norma? "Lamentablemente, hoy todavía no está definido exactamente qué es un proyecto de cálculo y, por lo tanto, se trabaja como un commodity para el cliente y muchas veces se asigna el más barato, porque no se sabe qué va a contener el trabajo", dice Santos.

Y, en ese sentido, no se puede apreciar la diferencia de calidad, de acuerdo con el profesional, lo que en un país muy sísmico como Chile, es tremendamente relevante. Dado que "hay una cantidad de consideraciones que la experiencia y calidad profesional han ido identificando, pero hoy el mandante no tiene cómo discernir cuál es el producto que está comprando, esa es la gran pregunta, entonces lo que trató de definir esta norma es qué producto es el que se está comprando", cuenta el ingeniero.

De esta manera, se partió con la búsqueda de antecedentes internacionales, hasta que Sergio Contreras encontró el documento "Guía para la práctica de la ingeniería estructural en California", de 1999. A partir de ahí, se comenzó a traducir, sacando algunas particularidades norteamericanas, que no eran apli-

cables a Chile, y generando así un documento traducido de ese documento norteamericano.

Con posterioridad, un borrador de documento de norma se trabajó con el Instituto Nacional de Normalización (INN), entidad que determinó que "la norma tenía un problema, porque las atribuciones del INN son regular un producto, no una actividad, y este anteproyecto contenía también guías para el ejercicio de la profesión de la ingeniería estructural", precisa Santos.

Por ello, el comité del IC debió reactivarse para editar todo lo relacionado a la regulación de la profesión, quedando a cargo de este trabajo Luis de la Fuente, Sergio Contreras

y Fernando Yáñez. El resultado final fue una norma reducida, que fue aprobada por el INN, dando origen a la NCh3417.

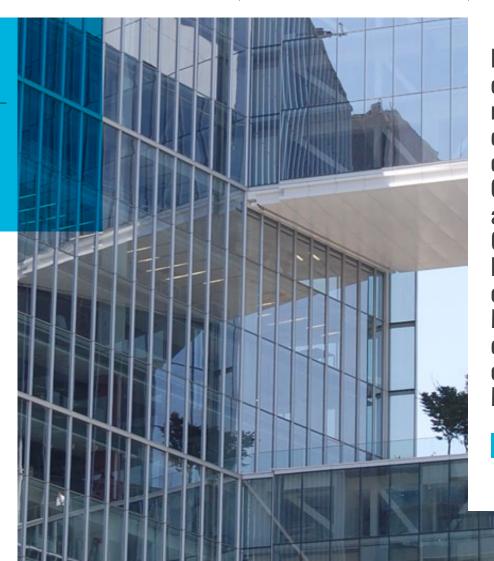
#### Temas pendientes

A ello se suma que se trabajó con la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas para poder oficializar esta normativa. "El ingeniero jefe Eduardo Hurtado estaba muy interesado porque en las bases de llamado a propuestas de licitación tenían que poner kilométricas descripciones técnicas de sus requerimientos, en cambio, con esta norma, era mucho más fácil aludir a la norma que hacer una tremenda

lista de requerimientos", recuerda Santos. De esta manera, se incorporaron nuevos elementos, en tanto que otros quedaron fuera.

Con ello, empezó el trabajo de socialización entre los ingenieros estructurales y también con las autoridades para lograr que fuera declarada como norma oficial de Chile, lo que finalmente ocurrió el 14 de enero de 2021, a través de la publicación en el Diario Oficial de la oficialización por parte del MOP, cuya vigencia se inició el 14 de julio de 2021.

"Esto significa que a partir del 14 de julio, después de alrededor 13 años de historia, su cumplimiento comienza a ser obligatorio", precisa Eduardo Santos. Y, en parale-



El objetivo era conversar sobre cómo regular el contenido de un proyecto de cálculo estructural. Con ello se dio origen a la norma NTM 004 "Estructuras: Proyecto de ingeniería estructural", que el Minvu publicó después del terremoto, entre otras normas técnicas Minvu (NTM).

lo, se está trabajando para que la NCh3417 pueda incorporarse en la nueva modificación de la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (OGUC), a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu).

Si bien Eduardo Santos se declara conforme con el resultado de esta normativa, ve la necesidad de fortalecer y generalizar la cultura de calidad de los ingenieros estructurales y la industria inmobiliaria. Además, Santos considera que se deben retomar temas que quedaron fuera del proyecto original relacionados con la regulación de la profesión, por ejemplo, la resolución de controversias debidas a diferencias técnicas legítimas entre los profesionales participantes, entre otros aspectos.

"Este documento es un tremendo marco para la ingeniería del futuro", concluye el ingeniero.

#### Su oficialización

Eduardo Hurtado, jefe del Departamento de Ingeniería y Construcción de la División de Edificación Pública de la Dirección de Arquitectura del MOP, justifica el desarrollo de la NCh3417, dado que "no había un documento normativo que especificara los alcances de un proyecto de estructuras y lo diferenciara de lo que es adicional, además de precisar y distinguir la ingeniería propia de diseño de la externa aplicable al proyecto, como por ejemplo, el uso de postensados en un proyecto de edificación, y también de aquello que es de asesoría de obra".

En ese sentido, esta norma "delimita bastante bien los alcances adicionales del proyecto de estructuras en un proyecto de edificación. Además, sus principios sirven para otras áreas de ingeniería estructural", específica.

Por ello, en general, quedó conforme con el resultado de este trabajo, "salvo que tuvimos un disenso con el Minvu en el título de la norma y quedó como cálculo estructural, en lugar de la propuesta de casi todo el comité de llamarla diseño estructural"

A su juicio, las razones de la oficialización por parte del MOP se basan en que "quedaron normados muchos requerimientos que siempre se solicitaban en los términos de referencia de los contratos de edificación del MOP, entre otros, y que hacen innecesario estar revisando cada vez que se hacía una licitación con un dossier de conceptos que se repiten y que debíamos colocar siempre en cada contrato como antecedente, debiéndose siempre revisar su completitud y coherencia".

De esta manera, al estar normado pasa a ser la línea base obligatoria del contrato. Asimismo, "nos permite establecer el mínimo normativo en proyectos estructurales y verificar la trazabilidad del proyecto estructural a ser validado para su construcción, así como las gestiones de los requerimientos de información (RDI)", añade el profesional de la DA-MOP.

Para finalizar, Eduardo Hurtado, hace un resumen de lo que la NCh3417 permite:

Llevar a cabo una inspección técnica ordenada y acuciosa de un diseño de estructuras.

Define bien los entregables mínimos de un proyecto, independiente del material o área de diseño que se esté relevando.

Establece en detalle suficiente lo que una memoria de cálculo debe contener como mínimo.

Define protocolos de inspección y define normativamente un set de estudios complementarios que tradicionalmente se podían confundir como parte del desarrollo de un proyecto estructural.

Define y enmarca los requerimientos de información (RDI) que se requieran en obra como parte de la gestión del calculista.



Entrevista Luis de la Fuente

# "Esta norma va a permitir estandarizar los alcances de los proyectos y regularizar sus cobros"

Conversamos con el presidente del comité que partió con el trabajo del anteproyecto de norma NCh3417:2016 Estructuras – Requisitos para proyectos de cálculo estructural, en el Instituto de la Construcción y esta es su impresión sobre el resultado final.

El ingeniero Luis de la Fuente, socio director de René Lagos Engineers y socio de AICE, presidió en el Instituto de la Construcción el comité que dio inicio al trabajo que derivó posteriormente en la redacción del anteproyecto de norma de la hoy oficializada NCh3417:2016 Estructuras – Requisitos para proyectos de cálculo estructural. En el tiempo que él alcanzó a estar, se definió el alcance de la norma, pero luego, cuando comenzó con su redacción, De la Fuente no participó.

Pese a esta discontinuidad, conoce muy bien el trabajo realizado por sus pares. A su juicio, esta norma está muy justificada, dado que "todos la ocupamos de manera poco formal, en el sentido de que cada vez que uno manda carta de honorarios, define su alcance, establece lo que va a entregar, pero no necesariamente corresponde a una estandarización para todas las oficinas".

Y eso se notaba especialmente al internacionalizar la ingeniería local, dado que "en otros países tienen una separación o etapas de los proyectos, por lo que nos empezamos a dar cuenta de que sí tenía sentido estandarizar, decir qué es lo que va a recibir un cliente y, por otro lado, si casualmente llega un cliente que no está familiarizado con el mercado inmobiliario, puede que no tuviera claro el alcance, y qué es lo que debe recibir de un proyecto de ingeniería estructural", cuenta el profesional.

Por ello, se volvió importante para este trabajo definir el estándar que tendrá un servicio de ingeniería estructural, en el que ambas partes (cliente y prestador del servicio) sepan cuáles son los alcances.

Ustedes son una oficina más o menos grande, ¿había un cierto estándar entre las oficinas grandes y la diferencia estaba con las oficinas más pequeñas e independientes, o había como un desorden más generalizado en el mercado?

Había un cierto estándar definido por algunos hitos de entrega, ya que por ejemplo, el entregable a una municipalidad te definía cierta etapa, para licitar tenías que hacer una entrega de licitación, y luego tenías que definir los planos aptos para construcción, entonces existían algunos hitos que estaban definidos por ciertas entregas.

Pero cuando uno ofrece, por ejemplo, asesorías internacionales, no necesariamente tienes una entrega de municipalidad, sino que es una etapa de estudio de antecedentes previos. También hay una etapa en la que ofreces alternativas al mandante, lo que define etapas, junto a un set de 3 o 4 alternativas. Se escoge una y se define esa, para luego pasar a la siguiente etapa. Entonces, cuando hemos ofrecido servicios de ingeniería en otros países, también hay ciertas etapas que vienen desde Estados Unidos o que están más o menos estandarizadas en otros países, y era muy bueno que en Chile nos tomáramos esta estandarización, esos alcances y que los dejáramos más o menos definidos, para que todos habláramos en el mismo idioma.

#### ¿Cómo fue el desarrollo de esta norma?

Participaron muchos colegas, arquitectos y académicos. Lo interesante fue que no nos juntamos para hacer esta norma, sino que para hacer algo más amplio, que es definir cuál es el rol que cumple el ingeniero civil estructural si lo contratan para diferentes roles, como por ejemplo, si yo soy el ingeniero principal, qué es lo que debo hacer y qué es lo que debo entregar. Lo mismo si yo soy un ingeniero revisor mecánico o ingeniero perito o debo ser árbitro por un problema judicial. Nos basamos en el documento "Pautas Recomendadas para la práctica de la Ingeniería Estructural de California" y nos dedicamos a traducirla. Era espectacular encontrar articulado nuestro quehacer en un solo documento, el cual nos daba redacciones para incluir en los contratos, por lo que quedaban súper bien cubiertas algunas de nuestras responsabilida-

Con ese gran trabajo en el hombro, llegamos a presentarlo y nos informaron que no podemos definir los alcances de los profesionales en una norma, así que tuvimos que tomar parte de ella y centrarnos en cuáles son los entregables de un proyecto de ingeniería estructural y sus alcances.

#### ¿Qué es lo que más destaca de este trabajo?

Las discusiones del grupo en cuanto a roles del ingeniero estructural en su quehacer diario, dado que nuestro proyecto original era más ambicioso, nos permitió reflexionar sobre nuestras responsabilidades hacia el mandante como también ante la ley. A todos, de una u otra manera, nos había tocado enfrentarnos a distintos roles dentro de nuestra profesión e intercambiar puntos de vista fue valioso. Dado que finalmente restringimos nuestro trabajo a los requisitos para los proyectos de ingeniería, quedó bastante trabajo sin utilizar y útil que ojalá se retome y se ocupe para algún manual.

#### ¿Quedó conforme con el resultado de esta norma?

Sí, estoy conforme en el sentido de que logramos generar un estándar de entregables para nuestros proyectos. Ahora, ya que entrará en vigencia esta norma, proyectos tales como los hospitales que el día de hoy particionan los proyectos de cálculo en cinco etapas asignándoles distintos entregables a cada uno de ellas, deberán calzar con lo indicado en esta nueva norma.

Adicionalmente, un subproducto de esta estandarización, es que cualquier colega que se quiera certificar ISO tiene esta norma como guía para especificar procesos y será una ayuda para su certificación.

Si bien quedé conforme con el resultado de la norma y dado que el trabajo de traducción de la guía de California está hecho, sería prove-

El ingeniero Luis de la Fuente, socio director de René Lagos Engineers y socio de AICE, presidió en el Instituto de la Construcción el comité que dio inicio al trabajo que derivó posteriormente en la redacción del anteproyecto de norma de la hoy oficializada NCh3417:2016 Estructuras - Requisitos para proyectos de cálculo estructural.

choso retomar este trabajo y así darle un marco mayor al trabajo que realizamos como ingenieros estructurales.

#### Aspectos de mercado

La NCh3417 establece que un proyecto de cálculo corresponde al desarrollo de la documentación necesaria para ejecutar una edificación claramente establecida al inicio por el cliente normalmente una inmobiliaria y generalmente limitada a un proyecto de arquitectura.

¿Qué le parecen las múltiples solicitudes de responsabilidad por parte de las autoridades fiscalizadoras en ítems que si bien son complementarios al desarrollo de una obra, muchas veces no forman parte del alcance del proyecto que le fue contratado, tales como muros medianeros, estructuras existentes, instalaciones de faenas y otras obras provisorias, elementos no estructurales, entre otros?

Lo interesante de la norma es que se hace cargo de esto, ya que hace distinción entre elementos estructurales secundarios y elementos estructurales, como también en los anexos finales indica: Estudios Adicionales (anexo A) y Actividades Complementarias (Anexo B), guiando al ingeniero estructural en diversas eventualidades que pueden suceder en obra, en el caso de dejarlo claramente establecidos en la carta de honorarios indica hasta donde nos hacemos cargo o nos guía en el caso de ofrecer el servicio adicional que se nos solicita y así podemos comenzar a desterrar la típica nota de los especialistas "según cálculo".

¿Considera necesario que el mercado contemple estos ítems como





un desarrollo adicional cuya valoración es distinta a la del proyecto desarrollado?

Estimo que el mercado debe estar al tanto de los alcances del proyecto de ingeniería estructural, si es adicional o no dependerá de la estrategia de cada oficina de cálculo. Por ejemplo, los elementos estructurales están incluidos ya sea su desarrollo completo o solo sus bases de cálculo para el desarrollo de una ingeniería posterior como es usual con los muros cortinas.

Finalmente, nosotros como calculistas nos debemos hacer cargo de lo que el mercado quiere, por ejemplo la coordinación BIM, la norma nos permite indicarles cuál es la etapa pertinente en la cual debe estar desarrollada la coordinación BIM en lo

que a pasadas relevantes respecta y que de no ser así habrán costos asociados.

¿Cree que la entrada en vigencia de esta norma lleve a establecer las oficinas de cálculo estructural una base de aranceles por tipo y alcance de proyecto?

Así como el día de hoy el valor por superficie para el desarrollo de un proyecto de ingeniería o su revisión es más o menos estándar, estimo que primero se logrará estandarizar el alcance del proyecto (solo estructura sismorresistente principal y algunos elementos no estructurales) y luego que el mercado comience a distinguir los distintos alcances de un proyecto, tenderán a uniformizar sus costos.

¿Cree que esta norma permite dar un paso en cuanto a considerar aspectos no solamente técnicos, sino también de índole legal que deben considerarse para proteger el quehacer de las oficinas de proyectos?

Dado que define lo que tú entregas, desde cierto punto de vista no te pueden pedir más de lo que la norma está estableciendo, eso ya es una buena base.

Esta norma es un buen inicio para estandarizar, pero como todo inicio nos falta camino por recorrer y parte de este camino en mi opinión sería retomar lo ya traducido de la guía de California que nos sirvió como base y poder así formalizar un manual mucho más amplio que nos permita cubrirnos legalmente.

NCh3417: Opinión Lucio Ricke

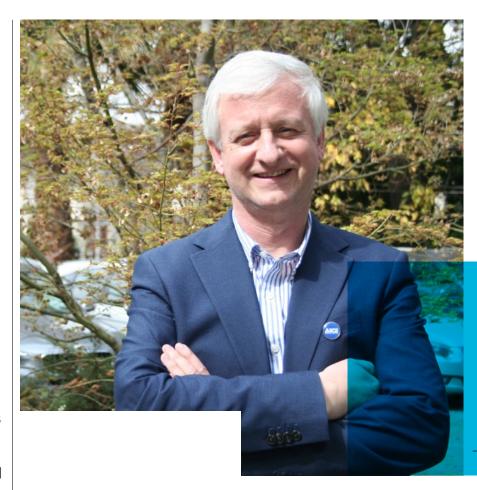
#### NCh3417: Gran avance para definir los alcances de los servicios de ingeniería estructural

Por Lucio Ricke G., director de AICE

El 14 de julio de 2021 entró en vigencia la norma oficial NCh3417:2016 – Estructuras – Requisitos para proyectos de cálculo estructural, de acuerdo a lo expresado en el decreto 1465 del año 2020 dictado por el Ministerio de Obras Públicas.

Este es un hito importante para la ingeniería estructural chilena, anhelado por mucho tiempo y fruto del trabajo de varios socios de AICE junto a otros profesionales del área durante varios años, porque define los alcances y complejidades de los servicios profesionales de cálculo estructural, la estandarización de los procesos para quienes ejercen la profesión, y la forma en que se relacionan las distintas sub especialidades o áreas de especialización del cálculo estructural. En definitiva. es un aporte para quienes contratan los servicios de ingeniería estructural y para quienes trabajamos día a día en proveerlos.

Muchas veces hemos conversado en relación al alcance infinito que a veces tienen nuestros servicios de ingeniería estructural dentro del proyecto y ahora tenemos una



norma que define conceptos como elementos estructurales y no estructurales, elementos de ingeniería externa y elementos estructurales con ingeniería previa, entre muchos otros, y también los diferentes estudios de un proyecto de cálculo estructural y sus documentos, tales como la memoria, los planos, las especificaciones técnicas y los protocolos de inspección, es decir queda establecido de manera clara los alcances de nuestros servicios.

Como pueden ver, es muy importante que todos conozcamos y utilicemos esta norma en el quehacer diario de nuestra profesión y también que compartamos con otros miembros de AICE los beneficios que ha generado su utilización y, por supuesto, quedan invitados a plantear todos aquellos temas que estimen pendientes, para que los conversemos y discutamos en nuestra Asociación, para buscar sus soluciones, ya sea con una mayor difusión de la norma o con el desarrollo de nuevas versiones.

En este sentido, como AICE ya hemos solicitado al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) su incorporación en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), tanto en el listado de normas técnicas que considera como en los diferentes conceptos incluidos en este reglamento, para homologar lo indicado en este importante texto legal con lo definido en esta nueva norma.

Muchas gracias a quienes, convencidos de la importancia que un texto de estas características tiene para la existencia de una ingeniería estructural de alta calidad en Chile, trabajaron en su redacción y desarrollo en cada una de sus etapas, especialmente a los socios de AICE.

Por ello, ahora, la invitación es a aplicarla en el trabajo diario en nuestras oficinas, para que este gran esfuerzo realizado logre los frutos esperados.



NCh 3417 Entrevista

#### Rodrigo Mujica: Una normativa muy positiva

Conversamos con Rodrigo Mujica, director honorario de VMB Ingeniería Estructural, expresidente y hoy socio de AICE, quien participó del desarrollo inicial de la NCh3417 para aclarar algunas dudas que puedan surgir sobre esta nueva normativa. Estas son sus respuestas.

Considerando que la norma establece que un proyecto de cálculo corresponde al desarrollo de la documentación necesaria para ejecutar una edificación claramente establecida al inicio por el cliente -normalmente una inmobiliaria- y generalmente limitada a un proyecto de arquitectura, ¿qué le parecen a usted las múltiples solicitudes de responsabilidad por parte las autoridades fiscalizadoras en ítems que si bien son complementarios al desarrollo de una obra, muchas veces no forman parte del alcance del proyecto que le fue contratado (tales como muros medianeros existentes, instalaciones de faenas y otras obras provisorias, elementos no estructurales, entre otros)?

Muros medianeros existentes, instalaciones de faenas y otras obras provisorias, elementos no estructurales, entre otros corresponden a elementos que deben ser estudiados para ocuparse en una construcción, por lo que deben tener un estudio estructural. Si su certificación no fue específicamente mencionada en el alcance del trabajo no puede ser responsabilidad del Ingeniero estructural. Y será de responsabilidad del mandante contratar ese trabajo ya sea al ingeniero estructural del proyecto o a otro profesional responsable. Si alguno de estos elementos detallados tienen implicancia en la estabilidad de la estructura, el profesional responsable debe exigir al mandante su contratación. Si esto no se le aprueba debe rechazar ese trabajo.

¿Considera usted necesario que el mercado contemple estos ítems como un desarrollo adicional, cuya valorización es distinta a la del proyecto desarrollado?

Ese tipo de trabajos corresponde a trabajos adicionales fuera del alcance contratado, por lo que el profesional contratado debe valorizarlo y cobrarlo. Esto obviamente debe hacerlo antes de desarrollar el trabajo.

¿Cree usted que la entrada en vigencia de esta norma lleve a establecer, en las oficinas de cálculo estructural, una base de aranceles por tipo y alcance de proyecto?

Mi experiencia es que todas las oficinas de cálculo tienen sus aranceles que contemplan los trabajos adicionales que se requieran, aunque suele suceder que estos trabajos representan muy poco trabajo, y se dan indicaciones en obra sin necesitar mucho trabajo y sin cobrarlo.

¿Cree usted que esta norma permite dar un primer paso en cuanto a considerar aspectos no solamente técnicos, sino también de índole legal que deben considerarse para proteger el quehacer de las oficinas de proyectos?

La verdad es que no veo que se consideran aspectos legales, simplemente define el alcance de un trabajo de ingeniería estructural, lo que evita malentendidos o abusos del mandante o del profesional que desarrolla el trabajo. En eso es muy positiva, ya que, muchos mandantes sin definir el alcance suponen que el trabajo incluye muchas cosas que están fuera de lo habitual y también hay profesionales que reducen unilateralmente el alcance, para reducir el volumen del trabajo y poder cobrar menos y así poder ganárselo.



#### Más conectados que nunca con la productividad de tu obra.



Infomix es el servicio de Melón hormigones que te permitirá aumentar la productividad de tu obra a través del método de madurez.

Usando los sensores y hormigones Infomix podrás estimar en tiempo real la resistencia de tu hormigón en obra y permitir tomar decisiones basado en datos de terreno. Con Infomix podrás utilizar toda la tecnología e innovación a tu favor.

#### **Aplicaciones**



Apertura a tránsito temprano



Izajes elementos prefabricados



Desmolde y descimbres tempranos



Aserrado de juntas



Post tensado de elementos



Discontinuar procesos de curado

#### **Beneficios**



Aumento de productividad



Ahorros en costos de moldajes



Ahorro en métodos de curado



Decisiones basadas en datos



Aportes en control de calidad



App y Backend

INFÓRMATE CON ESTE VIDEO





24



Actividades AICE

#### Sobre cambio y estrategia para oficinas de ingeniería estructural se habló en el primer conversatorio AICE de 2021

En el escenario actual del país, es importante avanzar y adaptarse a los cambios a través de la planificación estratégica, transformación digital y el diseño de proyectos en entornos complejos.

En el conversatorio de AICE "Cambio y Estrategia: Enfoque Para Oficinas De Cálculo Estructural", realizado el pasado 30 de junio, se presentaron un conjunto de herramientas y métodos para enfrentar con una mirada estratégica los cambios que afectan el trabajo de los ingenieros estructurales en la actualidad, los que abarcan tanto ámbitos técnicos, tecnológicos y normativos como sociales y de mercado, en busca de alcanzar con éxito nuestros objetivos de forma eficaz y eficiente, con el fin de motivar a los asistentes a ahondar en estos temas.

El primer expositor, José Eyzaguirre Truffa, ingeniero civil estructural de la Universidad Católica y magíster en ingeniería industrial, expuso sobre "Estrategia para el manejo del cambio y la gestión del conocimiento", indicando que la estrategia corresponde a "acciones, con un método y objetivos, con el fin de prepararse para el futuro, minimizando la probabilidad de fracaso; enfrentar el cambio; generar ventajas competitivas y optimizar el uso de herramientas".

De esta manera, Eyzaguirre compartió con los asistentes algunas observaciones del contexto que se está viviendo en el país: "Chile ha crecido, por lo que necesita empresas de mayor nivel, capaces de abordar proyectos de mayor complejidad, especialmente en el área de la construcción, en el cual hay campañas de la CChC, del gobierno para buscar mayor eficiencia", precisó. También "enfrentamos un ambiente de bastantes cambios en muchos aspectos, en la técnica con nuevas normas y formas de diseñar, el trabajo a distancia, el trabajo colaborativo, la cultura del emprendimiento, cambios tecnológicos como la DOM en Línea, las metodologías BIM y los cambios sociales que todos conocemos, todo eso genera mucha incertidumbre y hace mucho más difícil salir adelante", complementó.

Cerrando su exposición, el ingeniero expuso sobre la "Estrategia para generar cambio", de John Kotter, explicando los nueve pasos que involucra: crear un sentido de urgencia, formar alianzas fuertes, crear una visión para el cambio, invertir en comunicación, eliminar obstáculos, definir metas a corto plazo, no disminuir el ritmo y hacer que el cambio sea parte de la cultura y, además, explicó el modelo SECI de la gestión del conocimiento.

Por su parte, Carlos Díaz, ingeniero comercial de la Universidad de Chile y MBA de la Universidad Católica, habló sobre "Planificación y Transformación Digital: Oportunidades para la Industria de Ingeniería Estructural.

"La planificación estratégica es clave porque alinea la visión de una empresa, la mirada a largo plazo soLa planificación estratégica es clave porque alinea la visión de una empresa, la mirada a largo plazo sobre lo que es una compañía y cómo nos paramos frente al mercado. También nos dice cuál es nuestro potencial.



bre lo que es una compañía y cómo nos paramos frente al mercado. También nos dice cuál es nuestro potencial. Con el plan estratégico generalmente se desarrolla un plan de crecimiento, dejando fuera la improvisación", manifestó Díaz.

El profesional entregó ciertos tips para identificar cuándo una idea, concepto o plan es estratégico, definiendo que puede ser reversible, en la medida que se utilice una mayor cantidad de recursos; mientras más a largo plazo sea, más tiempo se proyecte y la relevancia, es decir, si las decisiones se toman a alto nivel, más estratégico será. "Una buena planificación estratégica puede alargar el ciclo de vida y aumentar el valor de las empresas", especificó.

Desde la vereda de la transformación digital, el ejecutivo señaló la importancia de romper paradigmas y crear una disrupción en el proceso constructivo, para mejorar la productividad y eficiencia de la construcción. "En Chile tenemos las bases para poder hacerlo, el ecosistema es propicio para poder desarrollar la transformación digital en Chile", enfatizó Díaz.

Para finalizar, explicó que la transfor-

mación digital es holística, transversal a la organización, donde el punto de partida es el BIM y la ciberseguridad, "hay que partir lo antes posible y debe estar la alta administración involucrada".

La encargada de cerrar el conversatorio fue Betty Sierra, líder del Área de Mejora Continua en Empresas Armas, quien expuso sobre "Diseño de Proyectos en entornos complejos; diseñando el proyecto correcto con Design Thinking & Lean", con el fin de que los asistentes conocieran nuevos enfoques de gestión para el diseño de productos/servicios de gran valor para los clientes.

La expositora comenzó señalando que vivimos en un entorno de negocios bastante complejo desde hace un tiempo, por el cambio climático, la recesión y la pandemia, por lo que "hay que adaptarnos a este entorno tan complejo y hacerlo de una forma rápida, flexible y que conlleve la menor cantidad de recursos posibles".

Por este moti vo, explicó que hoy es común gastar mucho tiempo en desarrollar productos que no sabes si tienes uno o más clientes o si éste lo valorará, por eso los métodos tradicionales fallan, ya que no son capaces de adaptar el trabajo de forma rápida y flexible para tener éxito, por lo tanto, se requiere un cambio en la estrategia en la forma de hacer negocios y de operar, "para abordar este nuevo espacio de disrupción e incertidumbre, se requiere un salto del conocimiento tradicional", señaló Sierra.

Con el fin de mejorar la gestión de proyectos, presentó las nuevas metodologías Design Thinking, proceso de diseño colaborativo para generar y organizar ideas e información y Lean Startup, enfoque para crear soluciones valiosas a través de ciclos cortos de validación con clientes y usuarios, que se utilizan para diseñar de forma colaborativa y ágil un producto o un proyecto que mejor se adapte a las necesidades del cliente y a los objetivos del negocio.

Como cierre del conversatorio, los asistentes pudieron realizar preguntas y plantear sus inquietudes a los expositores.

El conversatorio está disponible aquí. https://www.youtube.com/ watch?v=tUnK4BZhNiU&t=150s Publirrepotaje Simpson Strong tie



#### Adhesivo epóxico de cargas extremas SET-3G

SET-3G es el adhesivo de última generación con alta resistencia de diseño y rendimiento comprobado.

Es un adhesivo de anclaje de dos componentes (proporción 1:1), para concreto fisurado y no fisurado. Se instala y funciona en una variedad de condiciones ambientales y temperaturas extremas.

#### ¿Por qué usar SET-3G?

- Rendimiento excepcional: Su gran capacidad de adherencia permite soluciones dúctiles en zonas de cargas dinámicas (Cargas sísmicas y cíclicas).
- Flexibilidad de diseño: Rendimiento de carga incluso a temperaturas elevadas.
- $^{\bullet}$  Versatilidad en el lugar de trabajo: Se puede especificar para todas las condiciones del material base, cuando las temperaturas de servicio oscilan entre -40 ° F (-40 ° C) y 176 ° F (80 ° C).
- Reconocido por ICC ES AC308 para el desarrollo de barras de refuerzo post- instaladas y disposiciones de diseño de empalme.

- Aprobado para su instalación con múltiples sistemas de brocas huecas, para limpieza por succión. Consulte el Informe de código (ESR-4057) y la Carta de ingeniería para conocer los sistemas aprobados.
- Con SET-3G se logran soluciones dúctiles con una gran capacidad de unión.
- Durante la instalación de SET-3G, cuando se siguen los procesos de instalación correctos, no hay diferencia de rendimiento entre el hormigón saturado, los agujeros llenos de agua o el hormigón sumergido.



visítenos en www.strongtie.com

#### Opinión

#### Mercado de la ingeniería estructural: Iluminemos la cancha

Por José Eyzaguirre, ingeniero civil estructural PUC, master en ingeniería industrial PUC.

He comentado en varias oportunidades con algunos de ustedes la importancia de contar con buena información para hacer correctas proyecciones y tomar buenas decisiones, pero en el mercado de la ingeniería estructural me ha costado bastante encontrar información completa y oportuna, hay muchos datos que se pueden recopilar, pero no están ordenados o procesados.

Dejando un poco de lado los temas técnicos en los cuales nuestra ingeniería es de alta calidad, quiero invitarlos a investigar las tendencias de nuestro mercado en relación al servicio que se espera de nosotros, los nuevos requerimientos de los clientes, formas de trabajar o interactuar con mandantes y otros especialistas, las oportunidades de nuevos servicios que se crean al implementar sistemas constructivos tecnificados o nuevos productos inmobiliarios. El conocer estos temas permitirá a todos distribuirse mejor en el mercado para cubrir todo el espectro de demanda y evitar la concentración de la oferta en los segmentos tradicionalmente más rentables pero saturados de oferta.

He oído muchas veces el comentario acerca de cómo los precios de los servicios de ingeniería han permanecido sin variación por muchos



años (fuera del hecho que están indexados por la UF), ¿qué causa esto? Algunos postulan que se debe a la alta competencia y que se nos ve como un commodity, luego solo hay variaciones cuando hay crisis por bajas de demanda. ¿Por qué no optar entonces por la diferenciación modificando nuestro servicio para agregar valor? Suena bien, pero ¿en qué nos podemos diferenciar y que sea rentable? Eso es lo que podríamos responder con mayor certeza si contamos con un buen estudio de nuestros clientes, con segmentación por rubro, necesidades y tamaños de empresa, por ejemplo. Esta información nos permitiría leer mejor las señales del mercado y hacer los planes e inversiones correctas, por ejemplo, hoy todas las inmobiliarias que cotizan en bolsa están con valores mínimos en 5 años, ¿cómo nos puede afectar esto y qué hacer al respecto? Si estas empresas hacen cambios ¿nos afectará?, ¿cuál debe ser mi prioridad en capacitación?.

Creo que es evidente el beneficio que puede aportar a todos el contar con un estudio de este tipo, que se realice en forma recurrente de modo de poder observar los cambios en el tiempo y evaluar los impactos de las decisiones tomadas. Nos podría permitir mejorar nuestro negocio, disminuir el riesgo y mejorar sus márgenes, dándonos mayor estabilidad y permitiéndonos crecer en forma sostenible dando mayor espacio para la inversión en I+D.

Claramente una empresa puede financiar sola este tipo de estudios y guardar la información pensando en aprovecharla como una ventaja frente a sus competidores, pero en nuestro caso particular creo que no es tan relevante la ventaja individual frente al beneficio que puede traer a toda la industria el contar con una buena descripción que permita a todos ajustarse a los tiempos de grandes cambios e incertidumbre, además corren vientos de cooperación y trabajo colaborativo más que de férrea competencia, cobra nueva fuerza el concepto de "coopetition" presentado por Adam Brandenburger y Barry Nalebuff a fines de los años 90 (ver artículo "The rules of co-opetition" en HBR enero 2021).

En nuestro caso los competidores acordaremos cooperar en ciertos puntos para mejorar la estructura de la industria, debo aclarar que no se trata de formar un cártel sino de apoyarse como gremio de forma transparente para el mercado, y así disminuir la incertidumbre que produce el no contar con buena información de mercado, lo que muchas veces lleva a tomar decisiones como crecer solo con datos de corto plazo v achicarse bruscamente por el temor a un futuro incierto de baja demanda. La competencia se debe mantener, pero en una cancha bien iluminada y trazada.

Claramente hay cosas en las que se puede cooperar entre competidores y cosas en que no es posible, firmemente creo que ésta, la de información de mercado es una en que sí podemos cooperar ya que no se pone en juego ningún elemento crítico de los servicios prestados. Por ejemplo, compartiendo datos de cantidad y tipo de trabajo realizado al año manteniendo ciertas reglas de confidencialidad a través de la asociación gremial de modo que esta emita un informe agregado de oferta y demanda. Esto es valioso para todos ya que los estudios de mercados son costosos y se deben realizar con frecuencia para poder evaluar los cambios o tendencias, además esta información agregada es más valiosa que la individual.

Mi invitación es a la comunidad de ingenieros estructurales y civiles organizados en las distintas entidades gremiales como AICE o AIC a abordar esta iniciativa entre todos para financiar y realizar los estudios necesarios en busca de meiorar nuestra industria. Para dar un primer paso todo aquel que se sienta motivado a apoyar esta iniciativa puede manifestar su interés escribiendo a contacto@aice.cl.



### Incrementa productividad con sostenibilidad: Aceros de alta resistencia

#### Cómo aportan a la productividad vs el acero tradicional

El uso de acero de alta resistencia. disminuye la cantidad de acero necesaria para reforzar elementos de hormigón armado. Así se pueden lograr estructuras con menor congestión de armaduras, lo que facilita y acelera la construcción. Esto se traduce en ahorros económicos importantes en material, transporte y construcción. La reducción en tiempos de armado y construcción disminuye también el tiempo de exposición a riesgos de accidentes de los enfierradores. Por lo tanto, el uso de acero de alta resistencia tendría un efecto positivo en la seguridad en la industria de la construcción. Además. los aceros de alta resistencia representan un uso más eficiente de recursos no renovables.

#### Normativa en Chile para aceros de alta resistencia

Recientemente se actualizó una de las normas relevantes de barras de acero para hormigón ar-





mado, en la cual se incluyeron calidades consideradas de alta resistencia. La NCh 204:2020 barras laminadas en caliente para hormigón armado, cuyo símil en Estados Unidos sería la ASTM A615. considera dos calidades nuevas con tensiones de fluencia de 520 y 550 MPa (A700-520 y el A730-550). La norma NCh 3334 Barras laminadas en caliente soldables para hormigón armado (similar a ASTM A706) está en proceso de actualización y pronto debería incluir también aceros de alta resistencia. La garantía de soldabilidad de estas barras va a permitir la industrialización de mallas de armadura prefabricadas. Aunque su uso seguramente estará limitado a zonas donde no se esperan altas demandas de ductilidad como: fundaciones, losas y muros de pisos superiores.

#### Cambios en las normativas chilenas al respecto

Internacionalmente se suele llamar a los aceros por su resistencia a la tracción en vez de su resistencia a la fluencia. En la nueva NCh204 se incluye esta nomenclatura abreviada. Por ejemplo, el acero A630-420H ahora se denomina A630 y el acero A440-280H se denomina simplemente A440. En la norma NCh204 se eliminó un grado de acero tradicional que estaba en total desuso (A560) y se agregaron dos grados de alta resistencia, estos son los grados A700 y A730, que tienen tensiones de fluencia mínimas de 520 y 550 MPa, respectivamente.

Adicionalmente, se incorporaron dos diámetros nuevos de barras de refuerzo: φ50mm y φ60mm.

#### Aceros de alta resistencia en Chile

Actualmente, en Chile se están utilizando estos aceros en la construcción del emblemático Puente Chacao que unirá a partir del año 2025 al continente con la Isla Grande de Chiloé.

Hay nuevos puentes que están en proceso de licitación que tiene especificado el uso de estos aceros, como es el caso del puente ferroviario en la Región del Biobío, el cual comienza su construcción el próximo año.

Conoce las soluciones de aceros de alta resistencia desarrolladas por CAP Acero en www.capacero.cl



30



Opinión

#### Para mejores proyectos

#### Por Yves Besançon, Past President AOA y socio principal de ABWB Arquitectos

Las cosas bien hechas, eso es lo que se nos demanda hoy a los profesionales del rubro construcción ,entre ellos ,por supuesto ,juegan un papel relevante los arquitectos y los ingenieros .Estamos llamados a liderar la conducción de nuestras construcciones por el camino de la preocupación por el medio ambiente y por la construcción y planificación de ciudades más limpias ,sostenibles y justas .Todo lo anterior teniendo como meta lo social ,lo económico, lo ambiental y lo patrimonial ,como lo señala tan bien la Política Nacional de Desarrollo Urbano que nos rige como política de Estado desde enero del.2014

Los proyectos para nuevos edificios y construcciones que hoy necesitan nuestras ciudades ,son ,sin duda alguna ,un trabajo de equipos interdisciplinarios y colaborativos. En ese contexto ,la arquitectura y el cálculo estructural deben nacer junto al proyecto ,integrados y coordinados desde el comienzo .En realidad ,todo proyecto hoy se desarrolla bajo metodología BIM ,esto es en forma colaborativa ,proceso en el que todos los actores y todas las especialidades se integran en forma coordinada y bajo el paraguas de un trabajo en el que todos tienen acceso a la información del proyecto.

Del mismo modo, la construcción de una obra debe encaminarse hacia una construcción circular, por lo que debe ser respetuosa del medio ambiente y no escatimar en esfuerzos desde la idea conceptual misma, pasando por el proyecto, luego durante la obra y posteriormente durante la operación, enfocándose

en disminuir la huella de carbono, bajando las emisiones de gases de efecto invernadero como así también, disminuyendo el consumo de energía. Es así como el manejo de residuos es hoy un factor determinante para evitar pérdidas en materiales, horas-hombre innecesarias v contaminación del medio ambiente. Para ello, los controles de la autoridad ambiental y los autocontroles de las mismas empresas constructoras, son vitales en un buen manejo de los residuos, encaminándose hacia una reutilización y reciclaje de los materiales en un mejor y más eficiente manejo ambiental.

Es un hecho que nuestras ciudades producen más del 70% de la contaminación ambiental y consumen cerca del 78% de la energía que se produce a nivel global, según datos

de Naciones Unidas y el PNUD. Lo anterior ha generado un aumento en el nivel de los mares en 20 cm y un aumento de la temperatura en 1.5°C en el último siglo.

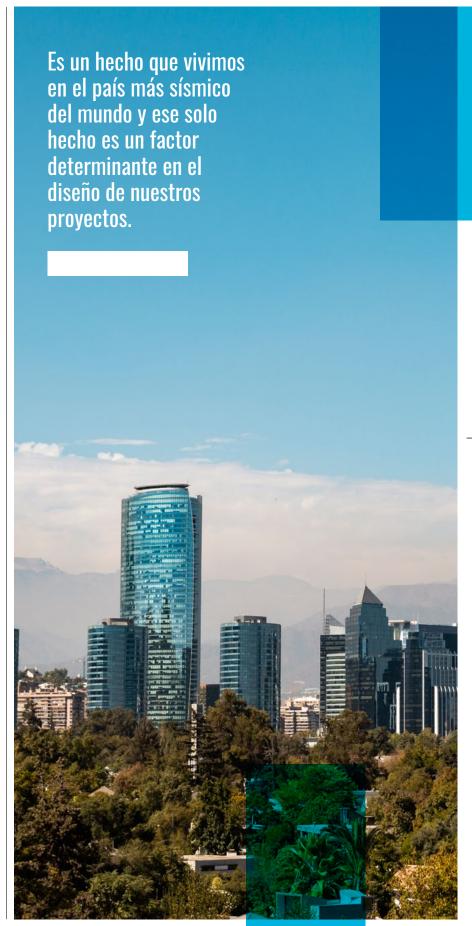
Así también nuestro país es uno de los más urbanizados del mundo con cerca del 90% de sus habitantes viviendo en ciudades y casi la mitad de ellos en Santiago. Esto demuestra que las ciudades son efectivamente, el mejor lugar para vivir y que el problema no son las ciudades en sí mismas sino que lo que hemos hecho o dejado de hacer nosotros para tener un mejor hábitat, libre de contaminación y por lo tanto una mejor calidad de vida.

Así las cosas, nuestro trabajo debe encaminarse hacia la industrialización en la construcción, la estandarización y prefabricación de sus partes, así como también en la disminución de los residuos durante el periodo de obra y posteriormente en la operación y funcionamiento de nuestros edificios.

Todo lo anterior sólo será posible en un trabajo colaborativo y coordinado mediante el uso de nuevas tecnologías y metodología BIM para optimizar los procesos de diseño y construcción.

Por último, no puedo soslayar que lo sostenible, sinónimo de durable, para nuestros edificios y construcciones, está íntimamente ligado a la sismicidad de nuestro país. Es un hecho que vivimos en el país más sísmico del mundo y ese solo hecho es un factor determinante en el diseño de nuestros proyectos. Una buena solución para una buena arquitectura debe considerar este imperativo geográfico y geológico del país en el que tenemos que construir nuestros proyectos y planificar nuestras ciudades.

Este aspecto será el que nos obliga al trabajo de diseño arquitectónico y estructural como un todo armónico y coordinado, integrando ambas especialidades para un resultado óptimo y un buen proyecto.



Opinión

#### Homenaje a Manuel Ruz

Por Francisco Ruz, gerente general de RyV Ingenieros.

Hay personas que no son fácilmente clasificables, que definitivamente rompen todos los patrones conocidos y que, desde su sencillez, nos invitan a repensar la forma como llevamos a cabo nuestras vidas. Una de ellas es Manuel Ruz Jorquera.

Hombre cálido, generoso y humilde, Manuel se caracterizó siempre por ser la excepción a la regla. No sólo por ser una persona extremadamente talentosa, sino que porque a ese talento se le sumaba una habilidad para compartir con todos y todas, desde la calma y la horizontalidad.

Su vida no estuvo exenta de dificultades. A sus 21 años sufrió la repentina muerte de sus padres en un trágico accidente en Brasil, lo que lo llevó a hacerse cargo de sus hermanos menores, constituyéndose en un referente y una guía para todos ellos. Ese rol de "papá" lo mantuvo hasta su partida, convirtiendo en tradición los almuerzos familiares cada fin de semana, donde se juntaban al menos unas 30 personas.

Una vez egresado del Instituto Nacional, terminó sus estudios en su querida Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, donde adquirió una formación que lo marcaría a lo largo de su vida profesional. Posteriormente, trabajó en la Municipalidad de Santiago, donde, a través del Área de Desarrollo Social, creó diversas plataformas informáticas que por muchos años sirvieron de base para las ayudas brindadas a la comunidad por el municipio; y en el Banco del Estado, donde siempre destacó por su desempeño profesional, ética, creatividad, valores y una visión de futuro. Disfrutaba

creando sistemas informáticos que ayudaran al desarrollo de las personas y cultivando su habilidad e interés por la innovación y tecnología.

Sus inicios en la mecánica de suelos comenzó con la instalación de estanques de agua potable en zonas rurales. Para ello viajaba en bus a lo largo de todo Chile durante la noche, colocando avisos en la radio para conseguirse calicateros y regresando raudo a retomar sus labores en Santiago.

Es en el año 1992 cuando decidió dar el gran paso y formar con Patricia, su esposa, la empresa RyV Ingenieros. Por muchos años su trabajo se iniciaba a las 5:00 de la mañana v terminaba a altas horas de la noche. En sus inicios, eran solo tres personas que con creatividad, esfuerzo, compromiso, lograron instalar la gran oficina que tenemos hoy, contando con un equipo de cerca de 80 personas. Cómo no recordar cuando ideó un sistema eléctrico que cortaba la luz al término del horario laboral, para que nadie trabajara después de la jornada y promover el bienestar familiar.

Manuel era así. Siempre tuvo un pensamiento que descolocaba al común de las personas. Con una visión práctica y extraordinaria, logró destacarse profesionalmente y ser ampliamente reconocido por sus pares. Así, desde su simpleza y cercanía, participó en los muchos comités de normas chilenas, proyectos públicos y directorios. Desinteresadamente, siempre quiso aportar a la ingeniería chilena, llevando al límite la palabra ingeniería con su ingenio en los proyectos. También aportó con sus conocimientos a través de la docencia.

En pocas palabras, Manuel es un ejemplo de esfuerzo, humildad, creatividad y visión de futuro. Siempre con alegría y un muy buen sentido del humor, fue capaz de mantener y profundizar un espíritu hacia el trabajo siempre desde el buen trato.

Como algunos deben saber, el año 2015 le detectaron un cáncer. Contra todo pronóstico, lo abordó de la mejor manera posible, asumiendo ese tiempo extra como un regalo de la vida. Hace dos meses ese tiempo se acabó y su fallecimiento produce una sensación muy extraña. Si bien nos embarga una profunda tristeza, su huella nos invita a recordarlo desde el afecto y en paz. El gran desafío es mantener y profundizar este legado.





## WE MAKE IT POSSIBLE



LOSAS Y VIGAS POSTENSADAS - PISOS Y PAVIMENTOS POSTENSADOS PARA OBRAS CIVILES - SEGMENTACION DE ESTRUCTURAS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA PUENTES REPARACION, REFUERZO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL HEAVY LIFTING & HANDLING - MUROS DE TIERRA ESTABILIZADOS MECANICAMENTE - PROYECTOS ESPECIALES



34

#### 14º Congreso Anual

## **CONGRESO AICE** INGENIERIA ESTRUCTURAL PARA UN DESARROLLO CIRCULAR Y SOSTENIBLE

#### Congreso Anual de AICE revisó las tendencias en sostenibilidad hacia las que tiene que avanzar el diseño estructural

Más de 17 expositores, nacionales e internacionales, entregaron herramientas para avanzar a un futuro sostenible, de mayor productividad y consciente con las futuras generaciones, en la versión 14° del Congreso Anual de AICE.

El mundo cambió y se hace necesario que la ingeniería estructural esté a la altura de los desafíos que hoy se exigen a la profesión. Por supuesto, manteniendo los estándares de seguridad y calidad que caracterizan a las estructuras chilenas, pero también logrando que éstas se vuelvan más resilientes y sostenibles, ayudando a revertir o desacelerar los fenómenos ambientales y sociales que están afectando hoy al planeta y mejorando la productividad del rubro, la que se encuentra fuertemente rezagada respecto de otras industrias.

"La emisión de contaminantes a la atmósfera y de residuos en los cursos de agua, la deforestación, la diseminación poco controlada de material de desecho, el aumento exponencial de la población, son algunos de los factores que han contribuido a deteriorar nuestro hábitat y nuestras estructuras sociales", señala Marianne Küpfer, directora de AICE.

De esta manera, el 14º Congreso Anual se enfocó en temas como la transición energética y el desarrollo sostenible, los desafíos para una construcción más productiva y sustentable, arquitectura post-pandemia, el modelo chileno de hormigón con madera, desafíos del diseño y construcción de las líneas del Metro de Santiago, transformación digital en la construcción de proyectos mineros, sustentabilidad en el diseño estructural de hospitales, innovación y desarrollo de proyectos con losas pretensadas, también la actualización de la norma NCh2369 y las Nuevas consideraciones de la ACI 318-19 y su impacto en Chile; el Diseño al Corte en Muros de Hormigón Armado, Deformaciones por flexión en vigas y losas, y los planes actuales de ACI 318-25, incluyendo sostenibilidad, entre otros.

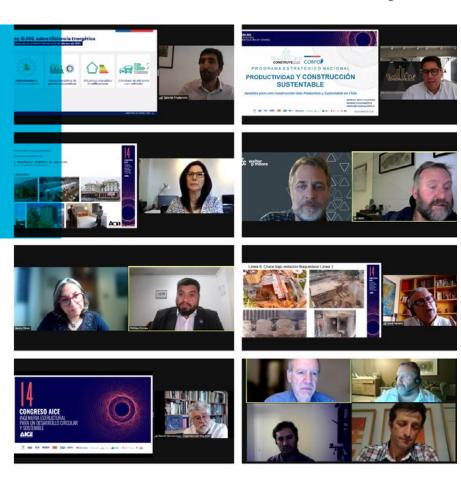
Un ejemplo de ello fue la charla del gerente de Construye2025, Marcos Brito, quien especificó las iniciativas

estratégicas para mejorar la productividad y sustentabilidad de la construcción y el planteamiento de los desafíos del sector para lograr metas de largo plazo.

En tanto, la presidenta de la Asociación de Oficinas de Arquitectos (AOA), Mónica Álvarez de Oro, puso énfasis en la necesidad de proyectar a futuro desde el punto de vista de una arquitectura flexible, permitiendo la multifuncionalidad de las edificaciones, evolucionando de la mano de las transformaciones tecnológicas y socioeconómicas emer-

Desde la materialidad, Pablo Guindos, director académico del Centro UC de Innovación en Madera, mostró cómo un modelo de edificio chileno que combine hormigón con madera, resulta en una alternativa más sustentable, al tiempo que no produce un cambio radical en la for-





ma en que hoy se diseñan y construyen los edificios chilenos.

"La ingeniería estructural es un actor fundamental dentro del rubro de la construcción, el cual, a su vez, es un ente impulsor de importantes transformaciones tecnológicas, económicas, ambientales y sociales", señala Küpfer, por lo que la disciplina tiene un rol dentro del desarrollo sostenible, cuyo objetivo es satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras.

#### Charlas magistrales

En la primera jornada del Congreso, Mark Waggoner, Senior Project Manager de Walterpmoore, se refirió al diseño del estadio más grande de la Liga Nacional de Fútbol Americano (NFL), en una zona de alta sismicidad y de sobrevuelos a baja altura. Se trata del SoFi Stadium, el nuevo hogar de Los Angeles Rams and Chargers en Inglewood, California, EE. UU. Posee un techo de 115.000 m2 y una plaza circundante y se asienta sobre los aisladores sísmicos más grandes utilizados en los Estados Unidos. Para mantener el techo por debajo del límite de altura requerido por la proximidad a LAX, el estadio se hundió 30 metros en el suelo. La excavación profunda es una de las más grandes jamás logradas cerca de una falla activa, y se logra a través de un muro de Tierra Estabilizada Mecánicamente (MSE) especialmente diseñado. Así, no solo se tuvo la oportunidad de conocer los detalles de un proyecto de alta complejidad, sino también de entender cómo se logró integrarlo a un entorno ya existente, sin generar impactos que alteren la funcionalidad de las edificaciones vecinas.

El segundo día, Nancy Pérez, gerente de Excelencia en Proyectos de Codelco, se refirió a la implementación de la transformación digital en los proyectos mineros,

mostrando que uno de los grandes desafíos para las empresas de hoy es entender que para dar respuesta a las demandas socio-ambientales y económicas no solo se requieren cambios tecnológicos, sino que estos deben venir acompañados de cambios en la cultura corporativa.

En tanto, en la tercera jornada y final, se presentó un panel de expertos, que centró sus presentaciones en las nuevas consideraciones de la ACI 318-25 y su impacto en Chile.

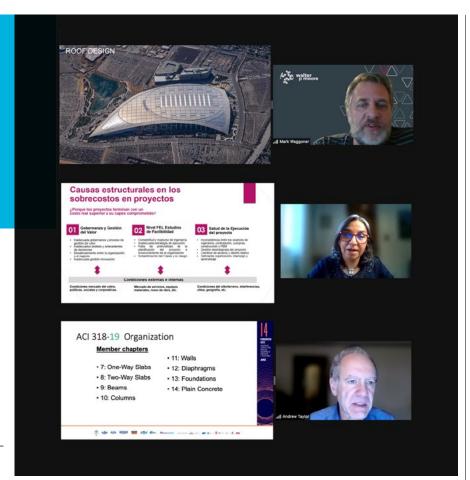
Para ello, Leonardo Massone, profesor titular de la Universidad de Chile en el Departamento de Ingeniería Civil, habló sobre el diseño al corte en muros de hormigón armado. Matías Hube, investigador en el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (Cigiden) presentó sobre las deformaciones por flexión en vigas y losas, y para finalizar el doctor Andrew Taylor, Director Técnico de KPFF Consulting Engineers, se refirió a la sostenibilidad en el código ACI 318: Planes para la edición 2025.

#### Ingeniero del Año 2021

En la última jornada de este Congreso Anual, se anunció al ganador del premio Ingeniero del Año, reconocimiento que es entregado desde 2003 por los socios de AICE, al profesional más destacado. De esta manera, el ingeniero civil Ramón Montecinos se sumó a los 17 premiados anteriores.

Ramón Montecinos cuenta con más de 40 años de experiencia en el mundo del diseño de estructuras y más de 10 dedicados exclusivamente a la revisión estructural de proyectos del área industrial y minera. Es reconocido por importantes empresas mineras (Codelco, Barrick, etc.), de celulosa (Arauco, CMPC, etc.), y energía (Abastible, Copec, etc.).

"Es un gran honor y quiero agradecerlo, porque el mayor premio es el



que otorgan los pares, los que conocen el trabajo en toda su extensión, con sus dificultades y sorpresas", señaló el galardonado.

A su vez, agradeció a "todas y todos los que me han premiado, a los que me formaron y los que me han acompañado en la profesión y en la vida", junto con reconocer a "cuatro profesores que han marcado mi vida y nuestra disciplina, disciplina en que el respeto a los mayores es una constante", refiriéndose a Tomás Guendelman, por su generosidad, siempre disponible y siempre sabio; a Rodolfo Saragoni, de quien destacó "un elevado nivel técnico y que nos enseñó a pensar las estructuras con libertad crítica, desafiante en el análisis y prudente en el diseño"; a Pedro Hidalgo, "el profesor que no tuve, pero con el que he vivido algo del oficio de la revisión, que me ha permitido compartir mucho más tiempo que el que habría tenido si sólo hubiera sido mi profesor",

y a Rodrigo Flores, "por haber sido el Sócrates de todos nosotros".

#### Temas nacionales

Los expositores nacionales demostraron un estado general del país en materia de temas de diseño y medioambientales. De esta manera. a los ya mencionados anteriormente, se sumaron Gabriel Prudencio, jefe de la División de Energías Sostenibles del Ministerio de Energía; Tatiana Martínez, gerente general de Hormipret; José Herrera, subgerente de Túneles y Estructuras de la Gerencia Corporativa de Ingeniería del Metro de Santiago; Milton Vicentelo, director de Operaciones Internacionales de René Lagos Engineers. Especial relevancia tuvieron las presentaciones del ingeniero civil Eduardo Santos y de Dania Valdivia socia de EQCO, y Marcela Radovic, fundadora y ex vicepresidenta de la Sociedad Chilena de Derecho de

la Construcción, quienes mostraron la importancia de tener presente la mirada legal en el ejercicio de la profesión. La cada vez mayor judicialización de los proyectos, la mala distribución de riesgos en el rubro de la construcción, el cambio en una visión de corto plazo a una de largo plazo, el correcto entendimiento tanto de la responsabilidad civil como de la responsabilidad penal, son factores claves que deben tomarse en cuenta para complementar los aspectos técnicos involucrados en el desarrollo de un proyecto.

El 14º Congreso Anual de AICE contó con el patrocinio de Construye2025, la Universidad de Los Andes, el Instituto Chileno del Acero (ICHA), BIM Forum Chile, el Instituto de Ingenieros Estructurales de Argentina, la Sociedad Chilena de Geotecnia (Sochige), el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y el Instituto de la Construcción.

"La emisión de contaminantes a la atmósfera y de residuos en los cursos de agua, la deforestación, la diseminación poco controlada de material de desecho, el aumento exponencial de la población, son algunos de los factores que han contribuido a deteriorar nuestro hábitat y nuestras estructuras sociales".

Marianne Küpfer directora de AICE.

Ingeniero del Año 2021

# Ramón Montecinos: "Hay que dejarse sorprender por los jóvenes que tienen métodos que uno no conoce"

Emocionado por la cantidad de mensajes de felicitaciones recibidos tanto de ingenieros mayores como de jóvenes, se mostró el Ingeniero del Año 2021, quien tiene un alto sentido de la importancia de la generación de la comunidad de la ingeniería estructural y de la responsabilidad que les entrega su disciplina frente a la sociedad.

Conciencia y responsabilidad social son conceptos que abundan en el discurso del Ingeniero del Año 2021 Ramón Montecinos, que cuenta con más de 40 años de experiencia en estructuras. Así se pudo apreciar en sus palabras de aceptación del premio, el jueves 18 de noviembre, en la última jornada del 14º Congreso Anual de AICE, y en el transcurso de esta entrevista, realizada dos días antes de las elecciones del domingo 22 de noviembre.

Y esa responsabilidad incluye un alto compromiso con sus alumnos. Por ello, no deja de mencionar que él aprende mucho de ellos.

En varias ocasiones, habla de sus hijos, todos humanistas o artistas, y su señora María Dolores Ortíz, quien considera que Ramón es "un hombre extraordinario muy atípico, se definió como un ingeniero levemente hippie, cuando lo conocí. Su gran herramienta en la ingeniería es su impresionante memoria, lo que le permite ser muy estudioso, conocimiento que permanentemente está compartiendo con todos, especialmente con las generaciones más jóvenes".

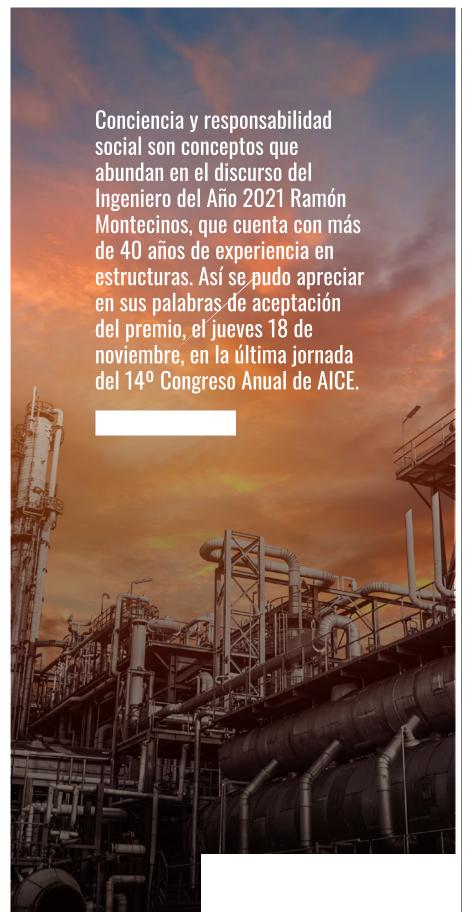
Montecinos también se muestra impresionado por la cantidad de ingenieros, amigos, de todas las edades que lo han llamado y habla de la expresión del cariño, que "es algo muy fuerte" y se declara como un convencido de que "el amor es la fuerza más poderosa".

#### ¿Siente que ha dejado un legado?

He recibido muchos llamados de gente joven, porque hago clases en Beauchef y ahora estoy en el diplomado de la Universidad de Los Andes, donde encuentro a jóvenes ingenieros que me enseñan; asisto a todas las clases y me sorprende el aprendizaje que he tenido, me siento como un alumno becado y me sorprendo con los ingenieros-profesores que han estudiado tanto. Lo notable de nuestra especialidad es la cantidad de jóvenes que van egresando de todas las universidades y formando nuestro reemplazo.

Es un misterio cómo se forma ese interés por aprender. En el diplomado tenemos 25 alumnos todos los años, interesados por aprender, lo que asegura la continuidad de la especialidad, que es lo que más me interesa y no solo por un tema de la continuidad en sí, sino porque tengo una visión de deber social. Somos un país con ciertas características, como los terremotos, y hay una visión que tenía don Rodrigo Flores, un viejo ingeniero de los años 50, que es nuestro fundador, en cierta forma. Él era muy original de pensa-





miento y decía: no da lo mismo que falle una industria en Chile a que falle en Estados Unidos, porque en EE.UU. hay 20 y si falla una, quedan 19; en Chile hay una y si falla, falla el 100% de la capacidad industrial. Entonces no puede ser lo mismo el diseño en un país que tiene 20, a uno que tiene una, tiene que ser más cuidadoso en este último caso.

Eso me ha resonado toda la vida y no paro de contarlo. En otro Congreso de AICE recuerdo que habló Dante Bacigalupo y en la cena me di cuenta que en su mesa estaba rodeado de ingenieros jóvenes que lo escuchaban. Te aseguro que en un congreso de otras profesiones, el viejo se queda solo tomando whisky y los jóvenes se van a otra parte.

# Claro, también estuvieron muy interesados en su charla.

Y eso tenemos que aprovecharlo. La ingeniería civil es muy respetuosa del pasado, porque la gente respeta la experiencia, los sufrimientos, las cosas que se han hecho y se valora la trayectoria. No es una casualidad que al menos en Beauchef, las salas tienen muchas veces el nombre de un profesor destacado para respetar el pasado. Y los viejos están dispuestos a dejarse sorprender por los jóvenes que tienen métodos que uno no conoce.

Nosotros nos criamos con un registro de un terremoto o dos, hoy los jóvenes tienen 600 registros y lo único que pueden hacer es un análisis matemático numérico súper complejo. Ahí aplica lo de odres nuevos para el vino nuevo.

Además, el profesor Saragoni habla del mandato de la sociedad para que el contenido de sus estructuras no se caigan.

Nosotros aprendimos: con el sismo chico, no pasa nada; sismo mediano, daños medianos, pocos y reparables; sismo grande, váyase a la casa de su tía, pero eso ya no es aceptable.

En el área industrial siempre ha es-

tado presente que el daño no es aceptable, porque en una industria que vale 1 millón de dólares por hora, parar es muy caro.

Yo nunca he sido de edificios, pero a mis amigos que se dedican a ellos los respeto mucho, porque tienen un dominio del diseño del edificio muy profundo. Me he dedicado al área industrial, que es muy variada, hoy un estanque, mañana un puente de cañerías, la fundación de una máquina, etc., somos más chasquillas y por eso mismo, muy conceptuales.

Entonces, ante la duda, podemos comenzar a sobredimensionar por todos lados y eso no es lo que buscamos. Yo me dedico a revisar ahora y tengo mucho contacto con las personas: hay que apoyar al diseñador, guiar sin soberbia, hacer cambios sin herir. Eso requiere también un poco de psicología, porque en el área industrial la revisión es muy conceptual y con mucho poder, eso hace que el revisor lo legitime el revisado: le tiene que creer.

# ¿Tienen más libertad al diseñar para el área industrial?

Sí y no, porque las caídas son más dolorosas v cuesta mucho más innovar. En el área industrial, minera, hemos incorporado poco tecnologías como aislación o disipación, hay una deuda, pero también un problema, porque las cargas en la industria son variables, ya sea que los elementos estén vacíos o llenos, entonces es difícil decir dónde hacer el análisis: ¿considerando 50 ton vacío o con 500 toneladas de carga adicional en la tolva? Las cargas en la industria son muy inciertas, muchas de las cosas pesadas lo son por su contenido, siempre variable. Y si miramos los equipos, entonces aparecen innumerables cargas; dinámicas, impacto, etc.

## Y en el área instrumental, ¿han tenido más avances?

Sí, ahí ha habido más progreso y podemos valorar, entre otros, a Rubén Boroschek, porque los datos y la instrumentación tienen dos elementos: colocar el instrumento es una cosa; entender la maraña de números que entregan, eso es lo difícil.

Es como el análisis: la leyenda cuenta que don Santiago Arias, gran ingeniero, dijo en una ocasión que de lo que pagaba por el análisis, el 20% era por el proceso y el 80% porque Tomás Guendelman mirara los números y le diera su opinión.

Esa historia es muy buena y aquí pasa lo mismo, hoy hay mucha más instrumentación y, de hecho, hay instalaciones con instrumentos, con la ventaja de que hoy son más baratos, pero mientras más datos, más dificultad para entenderlos: El hombre sigue siendo la medida de las cosas.

# En la AICE predominan los ingenieros del área edificación.

Sí, pero ha habido un esfuerzo grande entre la gente del área industrial por incorporarse y eso ha sido un trabajo largo, especialmente de Phillipo Correa. Los cursos de perfeccionamiento que ha hecho la AICE son muy importantes y han tenido éxito, también los conversatorios de temas industriales han servido para sumar más especialistas.

Un tema que echo de menos de antes de la pandemia es que podía visitar las oficinas y saludar a todos los ingenieros, lo que me permitía saber dónde están todos trabajando y en qué. Había una cuestión personal que el Zoom no te lo da todavía.

# ¿Hacia dónde tiene que ir avanzando el área industrial?

Hay dos cosas. Una es este progreso, del que tengo poco qué decir, porque se produce de forma automática con las generaciones jóvenes y eso hay que respetarlo y apoyarlo.

Por otra parte, si miramos la historia del diseño de los últimos 30 años, se ha perdido la enseñanza del oficio que antes era natural en las oficinas: ARA, CADE-IDEPE y otras. En esas empresas, todas nacionales, la enseñanza, el tiempo dedicado a aprender y a enseñar era natural y a sus dueños no les importaba que un ingeniero estuviera una tarde estudiando el ACI sin producir ni una hoja de memoria de cálculo.

Hoy ese espacio formativo está muy limitado en las grandes empresas de ingeniería, enfocadas a la producción, con equipos muy móviles que se arman y desarman a la luz del mercado y del nuevo proyecto.

La pérdida del espacio de formación que eran las empresas chilenas, generó un vacío por 20 años, que afortunadamente hoy está siendo llenado, al menos en parte, por algunas universidades con sus planes de maestrías y diplomados.

Esos planes académicos, que normalmente son poco glamorosos en la mirada académica, son los transmisores del oficio, los que forman una manera de diseñar, de pensar y de construir Chile: para todo departamento de Ingeniería Civil debería ser su mayor orgullo colaborar en construir Chile, al mismo nivel que figurar en muchas revistas indexadas. Lamentablemente, eso no siempre es así.

Es de todo sentido que esas iniciativas de formación y desarrollo deberían ser apoyadas por los que aprovechan la mejor calidad de los ingenieros: las empresas y el Estado.

Hay mil maneras si hay voluntad: patrocinar investigación, fomentar perfeccionamiento para los ingenieros jóvenes, apoyar publicaciones. Mil maneras y poca plata.

# Construcción de comunidad

A juicio de Ramón Montecinos, la AICE tiene mucho que hacer en la construcción de la comunidad, porque si bien es cierto, los profesionales viven de su trabajo, "hay una cosa más importante que es el buen vivir, qué cosas te permiten reconocer lo que te da sentido en la vida, y cultivar relaciones de amistad que trasciendan los temas contingentes o comerciales".

# ¿Y en los grupos técnicos normativos se puede dar esa instancia?

El Zoom limita eso, tenemos reuniones de la norma y no se sabe quién está o están con las cámaras apagadas y no nos vemos. Antes llegábamos adelantados a las reuniones, tomábamos un café, saludábamos, que son cosas chicas, pero el mundo está construido de las cosas chicas.

## ¿Y, a su juicio, ha habido avances en el desarrollo normativo?

Los historiadores hablan de una manera americana de desobedecer al imperio: acatar sin cumplir. Es lo que hacemos los ingenieros, a veces de manera inconsciente, cuando una norma nos parece poco fundada o tiene una disposición que intuimos de riesgo: nos vamos a cobijar en un factor de seguridad elevado, diseñamos con sobrerresistencias mayores, etc.

Y eso está bien: si no lo hiciéramos, seríamos irresponsables: recordemos la excelente presentación de Eduardo Santos en el Congreso. Nuestras decisiones, especialmente las normativas, deben tener sustento técnico muy sólido.

El problema es que generar normativa sólida requiere inversión en estudios, ensayos, investigación y especialmente, calibración.

Me quiero quedar en una palabra clave que es la menos elegante en los medios académicos: la "calibración". Calibrar una norma es utilizarla en ejercicios que no se construirán necesariamente, para saber si lo que se está incorporando como nueva disposición normativa conduce a un diseño razonable o no. Si estamos con una disposición correcta o un disparate.

Para eso hay que probarla en un arco de casos que reflejen los usos potenciales. No tenemos la capacidad de prever sólo desde la investigación académica o de buena

voluntad de un fin de semana, si una disposición nueva conduce a un diseño económico y seguro o si hay casos en que se dispara o resulta excesivamente cara.

Eso no lo puede hacer un grupo bien intencionado en sus ratos libres o un par de memoristas capaces pero sin experiencia. Debe ser encargado como un trabajo profesional a empresas del rubro y a universidades que colaboren, sin olvidar a Lucas: "el obrero merece su jornal".

Esos costos los deberían asumir principalmente los que se verán afectados (para bien o para mal) con las disposiciones de las normas.

Me voy a explicar crudamente: Imaginemos que el comité de una norma decide sobre un coeficiente de diseño que, con la información que dispone, está entre 1 y 2.

La discusión entre técnicos va a conducir a una decisión en que se considerará la seguridad y la economía, con muy probable (y natural) predominio de la seguridad. Entonces el coeficiente adoptado estará más cerca de 2 que de 1, especialmente si la información es precaria.

Posiblemente el comité elegirá, digamos 1,7 y muchos ingenieros, sabiendo la incertidumbre dirán, "mejor usemos 2 para estar seguros". Evidentemente, esa decisión quedará "in pectore".

Si hay investigación, si se realizan algunos ensayos, a lo mejor el coeficiente puede bajarse a un valor más realista. Digamos 1,3.

Es muy sencillo y evidente que el costo de las estructuras se verá influenciado por esa decisión, aunque nadie fuera del círculo de especialistas lo llegue jamás a saber.

Insisto: Las normas las redactamos los ingenieros, pero sus efectos los pagan las industrias. Entonces, es muy ingenuo escuchar cuando se solicita plata para una investigación: "nuestro negocio es producir cobre y no investigar sobre extraños coeficientes estructurales".

Ingenuos porque ellos van a pagar la cuenta. Y ni siquiera se van a dar cuenta.

#### ¿Quiere enviar un mensaje a la comunidad de ingenieros estructurales?

Nosotros hemos recibido una herencia de responsabilidad social y la hemos ido transmitiendo en el tiempo, independiente de la posición política y debe ser así. Hemos sentido que nuestro trabajo es importante y que la comunidad también lo es. Eso nos ha marcado a todos y no hay que perderlo. Tampoco hay que perder el sentido de que los jóvenes, de alguna manera, son tus hijos. Es un sentimiento importante de gremio, a la manera medieval, casi como una fantasía de que quien llegue va a llegar a trabajar y se va a casar con tu hija, para seguir la continuidad del oficio (risas).

## ¿Le falta algún sueño por concretar?

Soy de la generación de los que estamos, de alguna manera, llevando el peso de la profesión, porque los mayores están ya retirados, y nos corresponderá seguir el ejemplo que nos han dejado: Seguir en el escritorio hasta los últimos días.

Don Rodrigo Flores, tenía 93 años, estaba resfriado, se mejoró y decidió ir a la oficina, cuando se murió.

Personalmente, tengo muchos intereses, aparte de la ingeniería, estudié algo de Filosofía en el Instituto de Filosofía de la Universidad Católica y soy inevitablemente un poco teólogo.

Soy de una época en la que la Escuela de Ingeniería tenía un Departamento de Estudios Humanísticos muy grande, tanto que hasta daban un bachillerato de Humanidades. Esa cara de la profesión es muy importante, mantener la cara humanista, Tomás Guendelman, Fernando Yañez y otros son buenos ejemplos de eso: personas con las que puedes hablar no solo del ql²/8

# **Dramix**® Menos juntas. Mejores pisos. Concreto reforzado con fibra metálica. Las fibras metálicas Dramix® son fáciles de dosificar, mezclar y bombear, ofreciendo una eficiencia óptima y aportando un valor superior a tu negocio. Beneficios de usar Dramix®: • Control de agrietamiento superior. · Ahorro en tiempo y costos de construcción. • Fácil de aplicar. Es la alternativa perfecta al refuerzo tradicional. Soluciones, Innovación y Productividad

#### Opinión Minvu

# Avances normativos para el diseño en madera

Por Ignacio González Retamal, ingeniero civil estructural del Departamento de Tecnologías de la Construcción de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (Ditec) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

La madera presenta los atributos necesarios para transformarse en el material constructivo del futuro, dadas sus características sostenibles específicas, como su bajo requerimiento de energía para producción, transporte e instalación, lo que reduce la emisión de gases de efecto invernadero y, a su vez, aporta a la mitigación de los efectos del cambio climático. Su buen desempeño térmico, así como su capacidad de captura de CO2 y liberación de oxígeno, la hacen un material con baja huella de carbono.

Para lograr la eficiencia en términos de calidad y costo, el alto estándar de construcción en madera necesariamente debe plantearse desde la perspectiva de la innovación, industrialización y sustentabilidad. En el caso específico de la industrialización, el enfoque es una construcción controlada en planta, con niveles de aseguramiento de la calidad y apostando a un cumplimiento normativo pleno; esto implica, también, una construcción más eficiente que generará menores residuos y una ejecución más limpia y rápida que, al mismo tiempo, apunte a objetivos sustentables.

Desde el ámbito normativo, los avances y modificaciones que se han impulsado se pueden dividir en dos temas principales; el primero es el diseño estructural, donde la norma NCh1198 se está actualizando con nuevos capítulos como diseño de muros de corte sistema plataforma (light frame), diseño de diafragmas de piso sistema plataforma, diseño de sistemas de piso conside-

rando el efecto de las vibraciones y el cálculo de resistencia al fuego, el cual apunta a generar una alternativa para respaldar el cumplimiento de este requerimiento establecido en la OGUC. Asimismo, está el sistema constructivo CLT (Madera Contralaminada), cuya normativa se está trabajando actualmente en comités técnicos en Achisina, con el objetivo de incorporar los resultados en la mencionada norma estructural. Todas estas iniciativas están pensadas para edificación en media altura.

El segundo tema es el diseño sísmico, en el cual se incorporarán los adecuados factores de modificación de la respuesta (R) y amortiguamiento (§) para los distintos sistemas estructurales que tiene la madera, como por ejemplo sistemas arriostrados, sistemas de marcos de momento de madera laminada encolada, sistemas de muros, etc. Cambios que se verán reflejados tanto en la norma NCh2369 como en la norma NCh433.

Estas mejoras normativas se suman al desarrollo de soluciones constructivas y manuales de diseño, que ha trabajo el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) en conjunto con sus colaboradores de la academia y el sector privado, cuyo enfoque es que la edificación en media altura en madera sea una realidad con los altos estándares que este material entrega.

En este escenario, sabemos que, para iniciar la construcción en madera del futuro, se requerirá que los



edificios proyectados puedan ser construcciones híbridas, que incorporen altos porcentajes de estructuras en madera; todo dependerá de las condiciones de diseño de cada uno y las limitaciones que se planteen en términos estructurales, por lo tanto, esperamos que se avance en edificios que planteen una combinación de materiales y en casos particulares que utilicen las tecnologías en sistemas de protección sísmica, tales como aisladores, disipadores, etc.

Finalmente, cabe señalar que en Chile existe un gran potencial de desarrollo en la industria de la madera en virtud de la capacidad productiva de nuestro país. Las mejoras en nuestro marco normativo nos permitirán dar un paso adelante, avanzando desde la producción a la incorporación de este material en la construcción en forma masiva, dándole valor agregado al producto madera y aprovechando, con ello, sus propiedades en materia de sustentabilidad, eficiencia energética e industrialización.

# VSL Chile ejecuta tareas de construcción de muros de tierra retenida Vsol en Nogales-Puchuncaví y Ruta El Loa.





Desde hace varios años, VSL Chile se ha posicionado como una de las empresas líderes en el mercado de muros de tierra retenida VSoL, con millones de metros cuadrados diseñados y montados en todo el mundo. El sistema de muros VSoL involucra un panel frontal de hormigón con un refuerzo polimérico conectado dentro de un material de relleno compactado; con esto, los muros involucran la transferencia de esfuerzos desde el refuerzo al suelo. Estas estructuras de contención autosoportantes son simples, económicas y de presentación estética agradable, lo que las convierte en una solución práctica y de rápida construcción.

En la filial chilena de VSL (que cuenta con una experiencia sobre los 300 mil m2), se ha logrado aportar exitosamente con esta solución ingenieril para las áreas viales y mineras, entre las cuales destacan dos obras cuya ejecución comenzó durante el año 2021.

En la Ruta F20 que conecta las comunas de Nogales y Puchuncaví, tramo de cerca de 43 kilómetros, VSL lleva a cabo labores de diseño y fabricación de muros de tierra retenida VSoL. Los muros están siendo colocados en los pasos niveles de los sectores de Paso Fresia, Paso ferroviario/vial Romanzas, Paso Pucalán II, Paso Huellacanal, Paso Cubres y cuestas camino a Puchuncaví, que

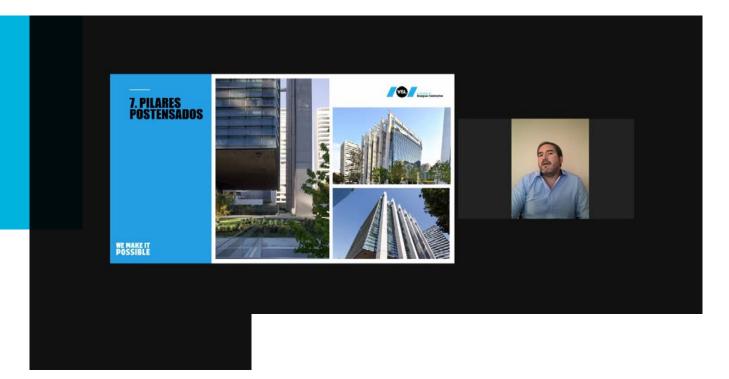
cuentan con cerca de 18.000 m2 en total.

Más hacia el norte de Chile, entre las localidades de Carmen Alto y Calama en la Ruta 25, que comprende un tramo de cerca de 111 km; se realiza el mejoramiento vial perteneciente a la nueva concesión vial Rutas del Loa, Calama, en las que VSL participa también en el desarrollo del diseño y fabricación de muros VSoL, los que aumentarán la conectividad del sector y los habitantes de la Región de Antofagasta.

Los trabajos consideran la implementación de los muros de VSL para los pasos niveles Acceso Sur Sierra Gorda, Paso Ferroviario Cochrane, Paso Ferroviario Dupont, Enlace Parque Industrial, Paso inferior Acceso Sur a Calama y Paso ferroviario Acceso Sur Calama con un total aproximado de 3600 m2.

"Debido a la ubicación de los trabajos, en zonas de alta complejidad geográfica y de terrenos con geometrías disimiles, existen desafíos de diseño, fabricación de elementos y montaje con zonas de difícil acceso", detalla Carlos Farías, Subgerente de Producción de VSL Chile.





Charla VSL

# VSL realiza charla sobre aplicaciones de postensado en edificios habitacionales

Este sistema permite una mayor flexibilidad arquitectónica en un mercado cada vez más cambiante, en el que cada usuario busca un proyecto que se adapte a sus necesidades particulares.

Con la charla Postensado en Edificios Habitacionales, el auspiciador de AICE, VSL, revisó las alternativas que ofrece el sistema postensado en proyectos habitacionales.

En la actividad, Jaime Guarda Mu-

ñoz, ingeniero civil estructural de la Universidad de Chile y jefe del Departamento Técnico de VSL Edificación y VSoL, presentó las diferentes alternativas que puede ofrecer el postensado en edificación habitacional, con el objetivo de dar a conocer su diversificación y la flexibilidad de este sistema.

El ingeniero explicó qué es el postensado, comentando que sus características van más allá de una carga de balance que permite obtener losas de grandes luces con bajos espesores, "el sistema de postensado permite al ingeniero controlar deformaciones y tracciones excesivas, generar apoyos dentro de geometrías complejas, disminuir secciones de elementos y también realizar reparaciones por errores de ejecución o cambios de proyecto".

Dentro de los distintos usos que puede tener el postensado en edificaciones habitacionales, están el control de deformaciones, vigas con descargas superiores, postensados horizontales, control de tracciones, muros postensados, pilares postensados, losas de fundación, postensado exterior y postensado en segunda etapa.

Además, presentó ejemplos reales de cada uso que se le puede dar al postensado en edificios habitacionales. Si bien se mostraron ejemplos que en la actualidad se utilizan en proyectos comerciales o de oficinas, son perfectamente replicables en el área de edificación habitacional

Dentro de las conclusiones, el especialista señaló que "el sistema postensado permite salvar dificultades que se presentan dentro de un proyecto habitacional, dándole herramientas al ingeniero para tener una solución factible tanto desde el punto de vista estructural, como geométrico". También, puede ser un medio tanto para reducir secciones como para acelerar procesos constructivos. Asimismo, puede permitir una mayor flexibilidad arquitectónica en un mercado cada vez más cambiante, en donde cada usuario busca un proyecto que se adapte a sus necesidades particulares.

La charla completa está disponible aquí: https://www.youtube.com/ watch?v=-vTpqPpRSuQ

#### Aumenta la productividad a través de infomix





INFOMIX una solución constructiva innovadora incorporada al mercado a fines del 2021 por empresas Melón. INFOMIX busca ofrecer un servicio que incremente la productividad de los proyectos utilizando el método de madurez de forma sencilla. Este servicio ofrece la posibilidad de estimar la resistencia en tiempo real del hormigón colocado en obra a través de sensores inalámbricos con señal Bluetooth, además va acompañada con hormigones INFOMIX cuya principal característica es cumplir la norma NCh 3565:2018 "Hormigón-Estimación de la resistencia mecánica-Método de la madurez", garantizando así la validez de la curva de madurez del hormigón empleado. A esto se adiciona capacitación, asesoramiento y seguimiento de melón hormigones a sus clientes para el correcto uso del método.

Esta solución constructiva permite en tiempo real tomar decisiones en el proyecto y así generar mejoras en los tiempos de izaje para elementos prefabricados, aumento en el uso de los moldajes en proyectos de vivienda y edificación. Además, permite en los pavimentos de hormigón dar apertura al tránsito, de acuerdo a lo solicitado en el manual de carretera. Es una herramienta que aumenta la productividad de los proyectos y permite a ingenieros calculistas tomar decisiones basadas en datos reales de obra.

La normativa que lo regula Nch 3565:2018 está oficializada recién a fin del 2018, por ende, es un método aún no tan conocido. Por este motivo, en Melón nos encargamos de realizar el asesoramiento desde la etapa de planificación para poder optimizar al máximo el proyecto. El desarrollo de los sensores, App y página web nos llevó más de 2 años para poder tener una solución robusta para nuestros clientes.

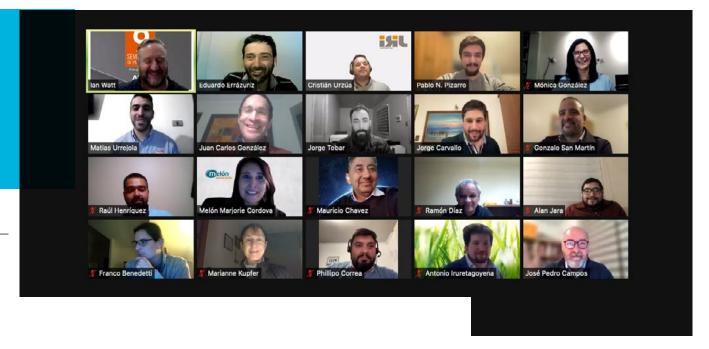
Esta metodología ha permitido a nuestros clientes ahorros considerables en tiempos de espera en comparación al método prescriptivo tradicionalmente usado en nuestro país, el que supone un comportamiento teórico de desarrollo de resistencia del hormigón que en la práctica ha demostrado ser conservador para algunas faenas.

INFOMIX es una solución constructiva que puede ser usada en todo tipo de elemento, para mayores antecedentes consultar a: product.manager@melon.cl

#### 9º Seminario de Proyectos

# Redes neuronales, disipador visco-elástico y fundaciones industrializadas fueron los ganadores del Seminario de Proyectos

Entre nueve trabajos presentados en las categorías inmobiliaria, industrial y académica, los ganadores del 9° Seminario de Proyectos AICE destacaron por su nivel de innovación y aporte a la disciplina estructural.



Con expositores representantes de las distintas disciplinas de la ingeniería estructural, se realizó el 9º Seminario de Proyectos de AICE, cuyas presentaciones estuvieron centradas en temas como protección sísmica con disipadores viscoelásticos, reparación de edificio patrimonial, prospecciones de instalaciones de más de 40 años en el área industrial, edificio de madera contralaminada de cinco pisos, herramientas de diagnóstico de salud estructural y el diseño basado en redes neuronales artificiales, entre otros.

"Son precisamente instancias como este 9º Seminario de Proyectos de AICE las que nos permiten compartir las buenas prácticas, así como las nuevas tecnologías, innovaciones y experiencias de otros ingenieros, las que nos ayudan a mejorar la forma

en que diseñamos los proyectos", comentó lan Watt, presidente de AICE.

Además, Watt explicó la incorporación de la Categoría Académica, para "dar a conocer a los ingenieros que están próximos a comenzar su carrera profesional, junto a los avances en investigación que realizan los ingenieros estructurales dedicados a esta área".

En la instancia, el presidente de AICE recordó al ingeniero civil Manuel Ruz, fundador y director de RyV Ingenieros, quien "fue un gran colaborador en la actualización y elaboración de normas de mecánica de suelos, a partir de comités del Instituto de la Construcción, y también hizo su aporte como socio de AICE" y se suma a otros socios falle-

cidos, como Jorge Carvallo Soffia y René Lagos.

#### Ganadores 2021

#### Redes Neuronales Artificiales

En la Categoría Académica, el ganador fue Pablo Pizarro, estudiante del MSc. en Ingeniería Civil Estructural y MSc. en Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, con el proyecto "Diseño Estructural Conceptual de la Configuración de Muros de corte en Edificios basado en Redes Neuronales Artificiales".

"La investigación es relevante dado que explora una veta entre la inteligencia artificial y la ingeniería. En grandes rasgos, se estudia cómo utilizar los grandes volúmenes de datos que tenemos, de tal manera de poder acelerar el proceso de diseño estructural, contribuyendo con soluciones que hayan sido aprendidas durante el entrenamiento de los modelos numéricos. Este tipo de desarrollos permiten contribuir con soluciones preliminares al equipo de ingeniería, reduciendo tiempos y costes", explica Pizarro.

Asimismo, esto permite abrir nuevas líneas en el desarrollo de la ingeniería. "Tenemos datos y herramientas, por tanto sólo falta ser creativo y saber dónde enfocar futuros esfuerzos", precisa.



Para Pizarro fue emocionante recibir este reconocimiento, dado que ha sido un trabajo largo, por lo que destaca el apoyo de Leonardo Massone, profesor guía de su investigación. "Creo que es una excelente instancia para dar a conocer nuevos ingenieros, crear redes, y promocionar el desarrollo de tecnologías futuras y de gran impacto. Es un incentivo para otros estudiantes y personas del área académica para innovar y desarrollar pensando en la industria", señala el estudiante.

#### Disipador FDCB



"Hasta ahora no existían dispositivos de protección sísmica para estructuras de acero industriales, diseñados para ser instalados de manera rápida, sin requerir la detención del proceso productivo y que sean altamente eficientes en términos del control de la respuesta sísmica estructural", dice Cristián Urzúa, jefe de Disciplina Estructura de JRI Ingeniería y ganador en la Categoría Industrial, con el proyecto "Desarrollo de un disipador friccional para bases de columnas metálicas".

"El disipador FDCB (Frictional Damper for Column Bases) ofrece eso y más, por lo que representa una solución para el control de la respuesta dinámica por medio de tecnología que se adapta a las condiciones particulares de cada proyecto. La novedad, originalidad e inventiva del dispositivo FDCB se reconoce por medio de dos informes PCT (Patent Cooperation Treaty) a nivel mundial, permitiendo la tramitación actual de patentes en Chile, México y Perú, en primera instancia", explica el ingeniero.

Urzúa se manifiesta motivado y agradecido por este premio, porque es el reconocimiento de los pares y "representa una señal potente de que la idea en sí misma tiene valor, lo que nos motiva profundamente en JRI Ingeniería a seguir creyendo en este desarrollo nacional. El sacar adelante el disipador FDCB nos per-

mite mirar el futuro de la ingeniería chilena con optimismo, creando valor en el desarrollo tecnológico en apoyo a la industria en general".

Por ello, invita a todos los interesados en saber más del disipador friccional FDCB, diseñado específicamente para retrofit de estructuras existentes y también apto para control de la respuesta sísmica en estructuras nuevas, a contactarlo.

# Fundaciones industrializadas



En la categoría Inmobiliaria, Eduardo Errázuriz, gerente de Ingeniería de R&V Ingenieros y socio de R&V Fundaciones SPA., se quedó con el primer lugar con el proyecto "Ecopilotes – Vivienda Aguas Claras y Hotel Calama Village".

Estos proyectos "dan a conocer un novedoso sistema estructural compuesto por fundaciones industrializadas", cuenta Errázuriz. Si bien esta técnica ha sido usada en muchos países, es una tecnología que recién se está implementando en Chile.

"Los 'Ecopilotes', 'Ground Screws', o simplemente 'Tornillos de Fundación' como apoyo de estructuras es, a nuestro parecer, un sistema único, resistente, rápido, de bajo costo, ecológico e industrializado que hay que tener presente para el desarrollo de proyectos de estructuras. En los proyectos presentados sus resultados fueron extraordinarios, los que demostraron que su comportamiento fue mejor de lo esperado en términos de cargas admisibles y deformaciones; validando los modelos de diseño que hemos desarrollado como RyV Ingenieros", precisa el ingeniero.



Ecopilotes o tornillos de fundación. Proyecto ganador categoría Inmobiliaria.

Errázuriz agradece el reconocimiento de sus colegas estructurales, "los que me motivan en seguir ideando, buscando y desarrollando productos novedosos que sean útiles para el diseño y construcción de obras".

La AICE agradece al jurado que dirimió los ganadores de esta versión del seminario:

- José Pedro Campos, director ejecutivo del Instituto de la Construcción.
- Sergio Contreras, presidente del Consejo de Especialidad Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros de Chile.
- Mónica Alvarez, presidenta de la Asociación de Oficinas de Arquitectos, AOA.
- Jorge Carvallo, presidente de la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Achisina.
- Phillipo Correa, vicepresidente de AICE.
- Carolina Romo, representante ganador en categoría

Inmobiliaria año 2019

 Antonio Iruretagoyena, ganador en la categoría Industrial año 2019.

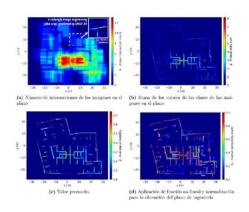
"El proyecto ganador del área inmobiliaria nos muestra una solución rápida y económica de implementar, que permite mejorar la capacidad de soporte del suelo de fundación, generando diseños más eficientes tanto para estructuras de pequeña envergadura, como lo es una casa, o de mayores dimensiones como lo es un hotel", explica Phillipo Correa, director de AICE y miembro del jurado.



Disipador FDCB (Frictional Dam- per for Column Bases). Proyecto ganador categoría Industrial.

Asimismo, Correa cree que el proyecto ganador del área industrial, consistente en el diseño y fabricación de un elemento de disipación sísmica, que se puede instalar fácilmente en estructuras existentes tiene la ventaja de que luego de un terremoto puede ser reemplazado de manera rápida y sencilla, y "además, como pocas veces visto en el país, posee una patente en trámite".

En tanto, para el director de AICE, el proyecto del área académica "nos permitió ver un poco hacia el futuro. El uso de redes neuronales artificiales para la determinación de la estructuración de un edificio está cada vez más cerca, solo el futuro nos dirá si el arte de estructurar podrá ser reemplazado por una gran base de datos y un proceso convergente de ensayo y error".



Redes neuronales artificiales. Proyecto ganador categoría Académica.

Asimismo, la Asociación destaca la participación de todos los proyectos que quedaron seleccionados para esta instancia final:

#### Categoría Inmobiliaria

"Protección Sísmica con Disipadores Visco-elásticos: Iglesia San Saturnino", Ramón Díaz, RDA Ingeniería I tda.

"Normalización Escuela Barros Luco: Reparación Estructural de un Edificio Patrimonial", Juan Carlos González, GIC Ingeniería Estructural.

#### Categoría Industrial

"Estudio y Reparación Plataforma de Harneros, CDA", Javier Solar, JMC Ingeniería.

"Prospecciones Estructurales de Instalaciones con Edades de Servicio Superiores a 40 años", Mario Sepúlveda, MASC.

#### Categoría Académica

"Proyecto Torre Pymelab, Edificio de 5 pisos en Madera Contralaminada", Alan Jara, Universidad del Bío Bío.

"Herramientas para Diagnóstico de Estado de Salud de Estructuras", Raúl Henríguez, Universidad de Chile.

El 9º Seminario de Proyectos está disponible aquí: https://www.youtube. com/watch?v=Gj9-ykxxxDw&t=8s



#### SISTEMA DE ACOPLES MECANICOS CON HILO PARALELO



CORTE PERFECTO DE BARRAS, PERPENDICULAR AL EJE.



¡OPERACIÓN DE FORJADO EN FRÍO! TOTALMENTE CONTROLADO

ALTA CALIDAD DE ROSCADO EN PARALELO

Los Conectores Mecánicos de rosca paralela NO requieren que las barras giren para su acoplamiento

#### Clases de Conector:

- Estándar
- · Terminales o Anclaje

#### **Diámetros Disponibles:**

Desde #4(12mm) hasta #12(40mm)





Aprobaciones:
• ACI 318-II Type 2

• IAPMO AC-133

• ER 319

CALTRANS

IDIEM - Ensayos a Tracción - Chile



Entrevista Marcela Radovic

# Las situaciones difíciles exigen nuevos desafíos, enfoques innovadores y colaborativos

A juicio de la exvicepresidenta de la Sociedad Chilena de Derecho de la Construcción, hoy se vive una crisis bastante importante, lo que exige soluciones más desafiantes y dejar de hacer lo que hemos venido haciendo por años.

En el 14º Congreso Anual de AICE, la abogada por la Universidad de Chile y Master of London School of Economics and Political Science, expuso el tema "De la Competencia a la Colaboración: el cambio que se viene en Proyectos de Construcción", en la que se refirió al estado actual de las relaciones contractuales en la industria y la importancia de hacer un cambio de paradigma en los profesionales que integran el sector, de manera de prevenir el surgimiento de controversias y mejorar los niveles de productividad.

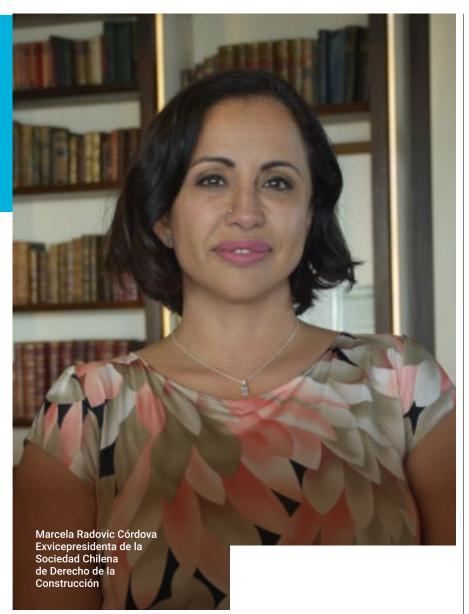
Con más de 20 años de experiencia en Derecho de la Construcción en Chile y otros países de Latinoamérica, Radovic es especialista en manejo de conflictos para contratos de ingeniería y construcción y árbitra del Centro de Arbitraje y Mediación de la Cámara de Comercio de Santiago, Dispute Board de la Cámara de Comercio de Lima, Mediadora, representante en Chile de la Dispute Resolution Board Foundation y fundadora y exvicepresidenta de la Sociedad Chilena de Derecho de la Construcción.

Desde una de sus visitas como Dispute Board a varios proyectos en Perú, la profesional conversó con AICE y profundizó en los temas presentados.

¿Cuál es la visión de cambio necesaria para el sector construcción?

No solo en Latinoamérica, sino que también en el mundo, los resultados de los proyectos están en franco detrimento y, en el fondo, la idea más básica de todo esto es tomar conciencia que si seguimos aproximándonos en la gestión de los proyectos con una mirada transaccional, competitiva y cortoplacista, no vamos a tener mejores resultados, porque eso ya lo probamos y no está dando los resultados que daba, a lo mejor, hace 50 años atrás.

Y esto tiene que ver con un cambio del escenario en el cual se desarro-



llan los proyectos: un escenario país mucho más complejo, más incierto, más dinámico, más intrincado, donde ya no nos podemos dar el lujo de competir entre las dos partes de un proyecto. Al parecer, la solución que nos permitiría avanzar es hacer un cambio cultural en el que las dos partes aprendan a ser más asertivas y honestas y aprendan a trabajar de manera mancomunada para resolver los muchos obstáculos que los proyectos van presentando a lo largo de su ejecución, en vez de competir en cada una de las decisiones para ganar yo y perder tú.

Esto habla de productividad con sostenibilidad.

Exacto, en este caso, uno también podría mirarlo como una forma de sostenibilidad, pero en este caso sería la sostenibilidad de los vínculos comerciales del sector de la construcción. Quizás hoy puedo ganarte en algún aspecto específico de este contrato, pero lo más probable es que te pierda como contratista o bien, la próxima vez que trabajemos juntos quieras resarcirte por el abuso que cometí, entonces eso va detrimentando el mercado y las posibilidades de mejorar resultados en proyectos futuros. Entonces, al ser relaciones de largo plazo, las tenemos que construir y aprender a cuidar.

¿Esta visión con los proveedores y contratistas es posible extenderla a la relación con las comunidades de cada proyecto?

Este es un paradigma que debiera afectar las relaciones de las partes de un provecto con todos los stakeholders de los proyectos y uno de ellos es la comunidad. Al menos la actitud debe ser de escucha. de diálogo y de cooperación, en la medida que las posiciones de los distintos actores puedan ser trascendidas y podamos mirar los intereses de cada uno para encontrar puntos de intersección entre todos y crear soluciones que permitan satisfacer la mayor cantidad de intereses, siempre teniendo presente los objetivos del proyecto, que son el marco en el que deben centrarse las soluciones.

## ¿Es un cambio cultural el que se necesita?

Esto surge hace muchos años atrás en el sector de la construcción de países más desarrollados y acá está llegando recién como una tendencia. Entonces uno puede partir por la cultura, pero en Latinoamérica es difícil, porque aún tenemos una cultura en la que impera la competencia y la falta de transparencia. Por ello, lo que podemos hacer es empezar a conocer herramientas que en los países desarrollados utilizan desde hace varios años y a partir de esas mejores prácticas, ir cambiando la cultura. Se trata de estándares contractuales, mecanismos de gestión de conflictos, procedimientos y metodologías que han dado muy buenos resultados, tanto para preservar las relaciones contractuales como para obtener mejores niveles de productividad en los proyectos.

### Se habla poco de los marcos contractuales en Chile.

En Chile todavía estamos muy en pañales en el tema del conocimiento y uso de estándares contractuales internacionales. Para poder avanzar en Chile, es clave que los profesionales, ingenieros y abogados de la industria de la construcción tengan



acceso a estas herramientas, que las conozcan y aprendan a aplicarlas. A nivel internacional, existen varios estándares contractuales como FIDIC, NEC, FAC-1, que han dado mucho mejores resultados que las fórmulas tradicionales que usamos en Chile y que han sido diseñadas por ingenieros especialistas a la medida de este tipo de proyectos y que están dando buenos resultados, porque permiten trazabilidad, predictibilidad, confianza entre las partes y mejores rendimientos.

#### Sector público: normativa atrasada

¿Qué pasa con el Estado en las relaciones contractuales?

Han empeorado por dos factores, porque cuando hablamos de contrataciones del Estado y de obras públicas, estamos hablando de satisfacer necesidades públicas; es decir, acá hay un cliente final, que son las personas, que muchas veces son los que pagan el precio de los conflictos entre las partes, que se producen en construcción en obra pública. Y en segundo lugar, también relacionado con lo mismo, porque los fondos que se usan para construir estos proyectos son fondos de todos los chilenos y, por tanto, existe un nivel de exigencia mayor en su utilización. Como si esto no fuera poco, existe un tercer factor, que es el actual marco normativo del sector público para realizar contrataciones del Estado que, en el caso de Chile, es extremadamente anacrónico y rígido. Estas normativas requieren urgentemente ser modificadas y reemplazadas por una regulación más acorde a la realidad actual. Por ejemplo, para expresamente permitir que el Estado utilice estándares contractuales internacionales, que hoy es absolutamente imposible con la Ley de Concesiones y el Reglamento de Obras Públicas.

#### ¿Y se está haciendo algo para cambiar esa situación?

Sé de algunos actores de la construcción que se especializan en obra pública, que están trabajando con la Cámara Chilena de la Construcción en esto, pero a un paso bastante lento y a nivel más bien doctrinario. Mientras la autoridad no tenga conciencia del problema, no lo entienda y, por tanto, no lo priorice, a través del Ministerio de Obras Públicas, esto no va a avanzar.

#### ¿Cuáles serían las mejoras que deberían hacerse para mejorar los marcos contractuales?

El marco regulatorio hay que modificarlo sí o sí, y en ese contexto, lo ideal sería una norma que expresamente permitiera al Estado utilizar en sus contrataciones de obras, estándares internacionales de contratación, con enfoques más flexibles y más colaborativos, de todas maneras menos autoritarios. Lo bueno que tienen esos estándares contractuales es que han sido probados durante muchos años en el mundo, con buenos resultados, mejores que los que tenemos en Chile, en términos de productividad, tanto en plazos como en calidad de las obras, y

en costos, pero además, incluyen los mecanismos de gestión de conflictos entre las partes, que previenen llegar a un arbitraje o a un litigio, por lo tanto, pueden generar un importante ahorro para el Estado chileno, que hoy se están produciendo en los contratos de construcción de obra pública en Chile.

Además de que el costo implementación de estos contratos, versus sus beneficios económicos que traen aparejados, son bajos. Se puede ir haciendo de manera gradual o para ciertos proyectos de infraestructura pública que sean especialmente críticos e importantes para Chile.

## Hablamos de ahorros en tiempo e inversión.

Claro, ahorros en plazos, para poder llegar con las obras no tan atrasadas como hoy, también de mayores costos que hoy se generan en la ejecución de los proyectos y, además, costos que se generan en los litigios a los que dan lugar los contratos de obra pública hoy.

## También esto apunta a la relación entre privados.

Claro, pero la situación en el caso del Estado y privados es más grave.

#### Enfoques contractuales más colaborativos

En este contexto, ¿cómo ves la situación de la profesión de los ingenieros estructurales hoy y cómo es posible que estos profesionales se protejan? Es súper importante esta pregunta, porque, de alguna manera, los enfoques más colaborativos de los que hemos estado hablando, integran a todos los actores de un proyecto, juntos, desde el inicio. En este caso, por ejemplo, el ingeniero calculista participa desde el inicio junto con el mandante y el contratista, y es parte de las decisiones más importante del proyecto, no como ahora que las decisiones se van tomando de manera fragmentada y secuencial. Cuando usamos enfoques contractuales más colaborativos, todos los actores, incluso los subcontratistas, se reúnen desde el inicio y actúan mancomunadamente como equipo que está alineado hacia los mismos objetivos.

En ese sentido, ¿los ingenieros estructurales tienen que transitar hacia un trabajo más colaborativo?

Así es, pero es un trabajo colaborativo donde cada profesional se debe ver a sí mismo como un elemento interconectado con los demás.

Para esto, la tecnología es clave, porque con el uso de medios tecnológicos podemos llevar esa colaboración a la realidad con mayor eficiencia, no solamente usando BIM, por ejemplo, sino que otras plataformas que permiten ese trabajo colaborativo a distancia de manera eficiente, porque son muchos los actores y mucha la información que hay que manejar.

## ¿Qué mensaje le envías a los socios de AICE?

Los invito a reflexionar e investigar sobre estos temas, porque quizás no suenan como que fuera un tema muy técnico, pero, al menos mi experiencia fuera de Chile, participando en proyectos de construcción de gran envergadura, donde se ha utilizado enfoques contractuales colaborativos, es diametralmen-

te opuesto a lo que se da en Chile. Entonces, si soy un profesional de la ingeniería que quiero obtener buenos resultados y, además, una experiencia positiva, porque con los enfoques competitivos que estamos usando hoy nadie lo pasa bien, el trabajo es muy estresante y los resultados son más bien pobres, yo los invitaría a investigar, a informarse y a tratar de encontrar experiencias concretas y reales, como por ejemplo, la implementación de las obras para los Juegos Panamericanos de Lima 2019, en Perú, donde se utilizaron contratos NEC 3 y los resultados fueron muy satisfactorios.

Espero que de a poco que no solamente los ingenieros, sino que los profesionales que trabajan en proyectos de construcción en Chile nos interesemos por estos estándares y empecemos a empujar los cambios necesarios para que el sector de la construcción vuelva a ser un aporte clave para la economía en Chile.



54







Actividades AICE

# Especialistas entregaron tendencias para una respuesta sísmica resiliente desde los proyectos

El Conversatorio "Arquitectura para una Respuesta Sísmica Resiliente" contó con la participación de la arquitecta Alicia Rivera y los ingenieros civiles Rubén Valdebenito y Rodrigo Retamales.

La sociedad actual requiere que proyectos de todo tipo, incluyendo proyectos habitacionales, comerciales, de oficinas, o de infraestructura pública y privada, así como estructuras críticas y estratégicas, alcancen un desempeño sísmico resiliente en caso de eventos sísmicos moderados y severos.

Alcanzar este objetivo, no intrínseco en la normativa vigente, requiere una arquitectura que incorpore desde etapas tempranas las herramientas necesarias.

Por ello, la AICE organizó el Conversatorio "Arquitectura para una

Respuesta Sísmica Resiliente", en el que se analizaron aspectos como la adecuada selección del sitio, conceptos de estructuración, diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales, experiencias internacionales de comportamiento de infraestructura, y sistemas innovativos de protección sísmica, describiendo impacto y costos de su implementación.

En la charla Decisiones Tempranas, el ingeniero civil Rubén Valdevenito, señaló que con el objetivo de obtener en nuestras edificaciones una respuesta sísmica resiliente, arquitectos, ingenieros y especialistas deben tomar en consideración tempranamente las siguientes variables: (1) Elección de Sitio - Rigidez de la Estructura, (2) Singularidades Estructurales, (3) Elementos no Estructurales, (4) Aislación - Disipa-

En referencia a la elección del sitio y rigidez de la edificación, presentó los mapas de desempeño para Concepción, Viña del Mar y Santiago, los cuales se obtienen a partir de estudios de peligro sísmico y el uso de espectros de desempeño (Achisina, 2019). "Estos mapas muestran las zonas en que se puede obtener resiliencia y también en donde se



esperaría un peor desempeño dependiendo de las propiedades de la edificación", señaló, lo que a su juicio, debiera considerarse desde la etapa conceptual de un proyecto.

Con el fin de exponer la incidencia económica, también expuso los gráficos que relacionan cuantía de armaduras y hormigón con los parámetros antes expuestos. Y finalizó con un resumen de las singularidades estructurales que pueden dificultar una respuesta resiliente.

# Componentes y sistemas no estructurales

Por su parte, la arquitecta de la Universidad Politécnica de Cataluña, doctora Alicia Rivera Rogel, señaló que "vivir en países considerados altamente sísmicos, indudablemente requiere que nuestras estructuras se diseñen para una respuesta sísmica resiliente".

Se espera que al contar con edificaciones "seguras" los niveles de daños estructurales y no estructurales sean menores, protegiendo tanto la inversión económica como la operación de las edificaciones, y produciéndose un ahorro por las pérdidas económicas futuras que no se observarán. Por esta razón, "es imprescindible resaltar el rol predominante que juegan los componentes y sistemas no estructurales, in-

cluidos elementos arquitectónicos, equipamiento eléctrico y mecánico, contenidos y mobiliario, incluso en estructuras que incorporan sistemas de aislación sísmica de base", sostuvo.

En ese sentido, para la arquitecta "las redes de infraestructura constituven el foco central de la integración del sistema económico y funcional de los países y deben estar protegidas para eventos sísmicos frecuentes, severos y excepcionalmente severos. Además, deben atender el creciente interés de inversionistas y propietarios por proteger la operación de los edificios y mejorar el confort de los usuarios que se encuentran en ellos durante eventos sísmicos, lo que requiere mirar más allá de los objetivos mínimos de las normativas vigentes".

La profesional considera que hablar de la importancia de los componentes y sistemas no estructurales, es sinónimo de buscar una armonía entre el desempeño sísmico estructural y no estructural. Para ello, se debe asignar a los componentes y sistemas no estructurales un objetivo de desempeño sísmico igual o superior al de la estructura que los contiene. "Esto se consigue implementando componentes calificados sísmicamente mediante análisis, ensayo o experiencia. Sobre todo, se requiere que los proyectos cuenten con la debida coordinación y con la revisión de los aspectos sísmicos de su diseño por parte de un profesional con experiencia en la materia", diio.

En este contexto, y para optimizar el flujo de trabajo colaborativo del equipo de especialidades, se requiere implementar la metodología BIM (Building Information Modeling). De esta manera, se trabaja en el mismo conjunto de datos de manera coordinada, eficiente y se producen simultáneamente los documentos entregables, reduciendo los riesgos de errores y/o descoordinación del proyecto inicial.

Actualmente, "se ha incorporado el diseño sísmico de los componentes y sistemas no estructurales, en mavor o menor medida, en las normas chilenas, peruanas, ecuatorianas y colombianas. Incluso el Código Modelo para América Latina y el Caribe, cuyo desarrollo ha sido liderado por el Instituto de Construcción, considera una sección con los requisitos mínimos para diseño sísmico de estos componentes y sistemas, en un contexto general dirigido tanto a diseñadores, especialistas, fabricantes, proveedores, instaladores, constructores y arquitectos, entre otros. Se apunta, sin lugar a dudas, a que los edificios del futuro de nuestra región sean sostenibles y resilientes", señaló.

#### Resiliencia sísmica

Sobre innovaciones tecnológicas para infraestructura resiliente habló

Rodrigo Retamales, profesor de cátedras de pre y posgrado del curso Sistemas Pasivos de Protección Sísmica en la Universidad de Chile y en la Universidad Adolfo Ibáñez, y consultor de Seismic Intelligence SpA.

Con nueve sismos ocurriendo anualmente, con la capacidad de producir daños materiales y pérdidas económicas; y con terremotos excepcionalmente severos afectando algún punto del territorio nacional, en promedio, cada 15 años, Chile es el país más sísmico del mundo. Es por ello, que "alcanzar la resiliencia sísmica de nuestra infraestructura no solo constituye un imperativo técnico de los profesionales del sector, sino también un mandato tácito e implícito de autoridades, inversionistas. mandantes y propietarios", precisó Retamales.

En su acepción más simple, la resiliencia sísmica se relaciona con el control de los daños físicos de la infraestructura, bajo distintos escenarios de sismo, a efectos de delimitar tanto el grado de pérdida funcional como el tiempo de recuperación del nivel de operación previo al sismo. Sin embargo, "la mayoría de las normativas nacionales y estándares internacionales vigentes, que rigen el diseño sísmico de nuestra infraestructura, no persiguen estos mismos fines, aceptando que se produzcan pérdidas funcionales e incluso daños severos, toda vez que se prevenga el colapso y se proteja la vida", explicó.

Para ello, "establecen una serie de requisitos prescriptivos, que una vez satisfechos, se estima, permitirán controlar los daños y prevenir el colapso. Solo normativas más recientes, como la norma NCh3411:2017 para diseño sísmico de estructuras con disipadores de energía, y la norma NCh3389:2020 para rehabilitación sísmica de construcciones patrimoniales y edificaciones existentes, se encuentran orientadas hacia un diseño sísmico basado en desempeño, en el cual se efectúa

en forma explícita la evaluación del grado de pérdida funcional, física y económica de la infraestructura, pero su uso y aplicación a nivel nacional es aún incipiente", según comentó el ingeniero civil.

En infraestructura crítica o estratégica, la resiliencia se alcanza implementando sistemas de aislación sísmica de base, tecnología que se encuentra bastante masificada y madura en Chile. En el caso de infraestructura hospitalaria, por ejemplo, estos sistemas se han utilizado masivamente desde el año 2010, a fin de proteger la continuidad de operación y consecuentemente proteger la inversión y la vida. Por esta misma razón, esta tecnología se ha implementado exitosamente en media docena de data centers, y en al menos medio centenar de edificios de oficinas y residenciales.

Sin embargo, en las industrias minera, de energía y petroquímica, por ejemplo, aún son limitadas las aplicaciones de tecnologías de protección sísmica orientadas a alcanzar la resiliencia, encontrándose entre las excepciones la red de transmisión eléctrica, que ha incorporado sistemáticamente tecnologías de disipación de energía en los últimos 40 años, un par de estangues de gas natural licuado de grandes dimensiones montados sobre sistemas de aislación sísmica, un par de salas de control, también montadas sobre sistemas de aislación sísmica, y un par de edificaciones industriales que han incorporado sistemas de diagonales con pandeo restringido. En consecuencia, "aún falta mucho por avanzar. En un país donde la industria considera esencialmente marcos arriostrados como sistema sismorresistente, alcanzar la resiliencia en forma económica y racional requiere que se incorporen diagonales con pandeo restringido o sistemas de disipación friccional, por ejemplo, para facilitar diseños por capacidad orientados a controlar daños y alcanzar la continuidad de función y protección de la inversión", agregó Retamales.

Del mismo modo, se encuentra pendiente el uso de tecnologías para la rehabilitación sísmica del amplio stock de edificaciones que pudiera exhibir daños en caso de sismos severos. "Data centers, por ejemplo, que en el año 2010 presentaron pérdidas de función, pudieran ser rehabilitados incorporando sistemas de aislación sísmica de piso, una variante de los sistemas de aislación sísmica de base, que permite aislar las salas blancas o sectores de edificaciones con contenidos sensibles. de gran valor o que requieren continuidad de operación", ejemplificó y añadió que "diagonales convencionales de estructuras arriostradas pudieran ser sustituidas por diagonales no pandeables o disipadores friccionales, a fin de prevenir daños en eventos sísmicos futuros".

Finalmente, existen tecnologías para aislación sísmica de estructuras o componentes no estructurales, equipos y obras de arte de relativamente bajo peso, pero de alto valor patrimonial o económico, de difícil reposición, o que requieren de protección de continuidad de operación. "Configuraciones para implementar soluciones de rehabilitación sísmica estructural se encuentran ampliamente desarrolladas y detalladas, permitiendo armonizar estas tecnologías con los diseños arquitectónicos y la operación de las edificaciones e industrias existentes". indicó.

"Las herramientas de análisis, las normativas de referencia y las tecnologías de protección sísmica se encuentran disponibles. Los beneficios de su implementación son ampliamente conocidos. La capacidad profesional se encuentra instalada. Solo nos falta sensibilizar respecto a la toma de acción, a fin de proveer con la tan anhelada resiliencia sísmica a nuestra infraestructura", finalizó Rodrigo Retamales.



Capacitación AICE

# AICE imparte por primera vez un curso asociado al diseño de infraestructura eléctrica

La capacitación, relacionada con el Cuadro de Cargas, estuvo a cargo de la profesional Marcela Aravena, ingeniero civil estructural de la Universidad de Chile, y contó con 32 inscritos.

El Cuadro de Cargas corresponde a las cargas debido a los conductores sobre las estructuras de líneas que transportan energía eléctrica (líneas de transmisión). "Por razones históricas, en general en nuestro país (no es así en todos los países) son definidos por los ingenieros eléctricos, pero se utilizan en el diseño de las estructuras; sin embargo, cómo se obtienen estas cargas es desconocido por los ingenieros estructurales, que son los que diseñan las estructuras", comenta Marcela Aravena, profesora a cargo del curso Introducción al Diseño de Infraestructura Eléctrica - Entendiendo el Cuadro de Cargas, que contó con 32 inscritos.

Aravena, quien es ingeniero civil estructural de la Universidad de Chile. con más de 25 años de experiencia profesional en el sector de la transmisión de energía eléctrica, principalmente en diseño y revisión estructural y sísmica de proyectos de líneas y subestaciones hasta 500 kV y en coordinación de proyectos de líneas de transmisión hasta 500 kV y con más de 10 años de participación activa en Grupos Técnicos para elaboración de criterios de diseño y normativas nacionales para este sector, y como relatora en seminarios y cursos sobre temas técnicos para este tipo de instalaciones, cree que es importante que los ingenieros estructurales entiendan de dónde vienen las cargas y cómo deben considerarse para hacer un buen diseño estructural, así como también para poder evaluar, entre otros, que las cargas que se han definido sean consistentes con el tipo de estructura de transmisión que le están pidiendo diseñar. De este modo, "pueden interactuar con los ingenieros eléctricos de manera temprana en un proyecto y así optimizar el diseño de la línea como un todo", precisa.

De esta manera, en términos generales, los alumnos aprendieron: que el sistema de transmisión está conformado por instalaciones de líneas y subestaciones eléctricas; cuáles son las normativas y reglamentos que aplican a las instalaciones de transmisión de energía eléctrica: conceptos básicos asociados a instalaciones de líneas de transmisión: tipos de estructuras en una línea de transmisión; cargas básicas y estados de carga que se deben considerar en el diseño de las estructuras de líneas; relación entre la definición de cargas y la ubicación de la estructura en la línea; relación entre la ubicación de estructuras en la línea y el costo de la línea; ejemplos numéricos de cuadros de cargas, además de cómo "leer" y obtener información desde los cuadros de carga.

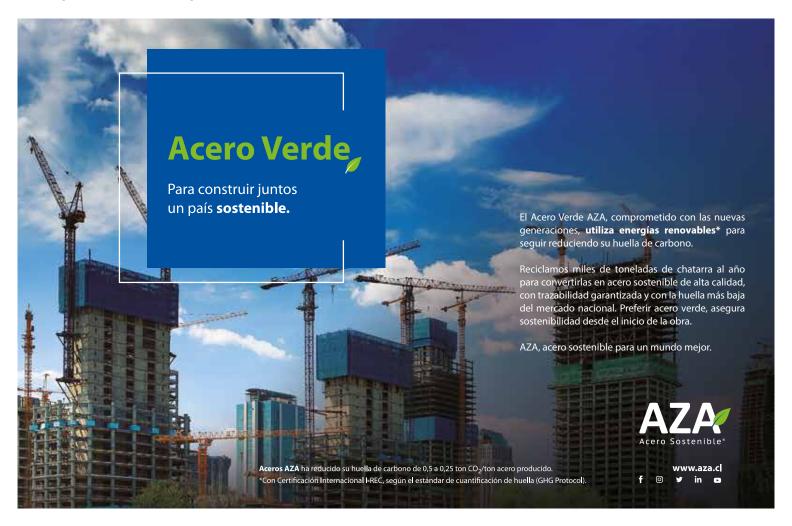
En relación con los cuadros de cargas, la profesional destaca que "no todos los ingenieros eléctricos conocen a fondo los conceptos que se requieren entender para determinar correctamente las cargas, sobre todo cuando se deben definir cargas o estados de carga en relación a las características particulares de las estructuras que tendrá la línea. Por eso, este curso también es para ellos, no solo para los estructurales".

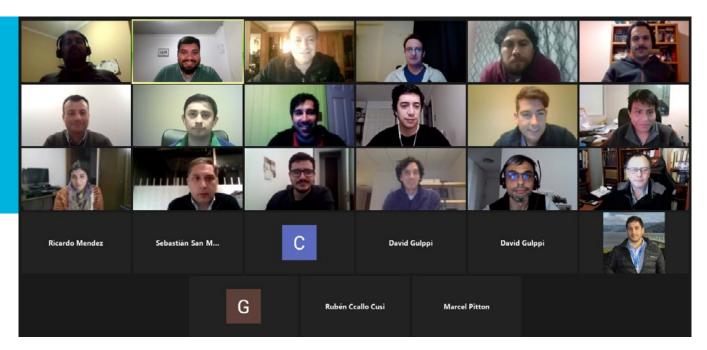
Y agrega que se debe tener presente que una estructura bien diseñada, pero con un cuadro de cargas que no es consistente con la ubicación que tendrá en la línea, "es una estructura que no tendrá el comportamiento esperado, lo que tarde o temprano va a repercutir en la funcionalidad de operación de la línea durante su vida útil". Por esta razón, "es mi opinión desde hace muchos años que los cuadros de cargas deben poder ser elaborados indistintamente por ingenieros eléctricos o ingenieros estructurales, ya que ambos tipos de profesionales requieren de entenderlos bien para poder realizar una correcta ingeniería de líneas de transmisión", sostiene.

# Expandir conocimientos

Uno de los alumnos de este curso fue Felipe Sánchez, quien es ingeniero estructural de subestaciones eléctricas en la empresa Tractebel-Engie. Se sumó a esta capacitación de AICE, por su área de desarrollo profesional y quiere expandir sus conocimientos y aptitudes al diseño de líneas de transmisión.

Para Sánchez, este fue un "curso muy práctico y completo, resolvió muchas dudas que me han aparecido en el trabajo", y además destaca la experiencia laboral de la profesora, elemento "importante a la hora de entregar conocimientos y resolver dudas, además de buena disposición para responder correos con consultas".





Capacitación AICE

# Con ocho relatores, AICE presentó primer curso de geotecnia para ingeniería estructurales

El curso, que contó con 30 participantes, tuvo sesiones online entre abril y mayo. Dado su éxito, se espera abrir una segunda versión en los próximos meses.

Con la participación de ocho relatores, la AICE impartió un nuevo curso online: Geotecnia para ingenieros estructurales, entre abril y mayo, el que estaba dirigido a ingenieros seniors, ingenieros de proyecto y líderes de disciplina.

También con éxito de inscripciones, el curso contó con 30 participantes en cada módulo, en los que se analizaron cinco tipo de proyectos: obras portuarias, celulosa y centrales termoeléctricas; minería; plantas de generación y sistemas de transmisión, y habitacionales, indicando los márgenes de presupuesto que corresponden a la disciplina civil estructural y mostrando cuáles son los principales parámetros geotécnicos que influyen en el diseño de cada uno de ellos, además de indicar el impacto de ese parámetro en el presupuesto del proyecto.

Al ser consultados sobre por qué los ingenieros estructurales tienen que estar al día en elementos de geotecnia, Carlos Peña cree que básicamente, "la interacción suelo-estructura frecuentemente se encuentra condicionada a la interacción ingeniero geotécnico con el ingeniero estructural".

En tanto, Francisco Ruz estima que "las bases para cualquier proyecto estructural es la geotecnia. Muchas veces se subestima la importancia y el impacto que la mecánica de suelos tiene sobre un proyecto. Es fundamental tener una mecánica de suelos acorde a las necesidades reales del proyecto".

Para Marianne Küpfer, "conocer el suelo sobre el que se apoyará una estructura es de vital importancia, pues sus características influirán directamente en la demanda sísmica y en las soluciones de diseño requeridas para las fundaciones".

Si bien en Chile buena parte de los suelos en los que se emplazan las grandes urbes tienen un buen comportamiento a la hora de fundar sobre ellos, agrega Küpfer, "la extensión continua de los asentamientos humanos, la densificación en altura y el cambio de uso de los suelos hace que cada vez sea más frecuente encontrarse con suelos menos favorables, más blandos, con presencia de agua u otra particularidad que impone la necesidad de soluciones de fundación más complejas".

Y la manera más razonable de abordar este problema, dice Peña, es que en conjunto con el ingeniero geotécnico puedan definirse simplificaciones que conduzcan a obtener resultados suficientemente adecuados para los fines prácticos del proyecto específico y no necesariamente "perfectos" a nivel teóri-

Fin artículo

co. "Para esto resulta imprescindible que el ingeniero estructural conozca razonablemente bien cuales son los parámetros más influyentes en sus diseños, los cuales pueden variar dependiendo del tipo de proyecto (y del tipo de suelo por cierto). Complementariamente, es necesario que el ingeniero geotécnico conozca también los requerimientos propios del proyecto en cuestión, con la intención de que la entrega de parámetros de diseño se adecúe de la mejor manera al caso específico, evitando la entrega de resul-

tados generalistas que puedan ser innecesariamente conservadores", sostiene.

Desde el punto de vista económico, la demanda y las soluciones adoptadas incidirán directamente en el costo que tendrá la estructura, el cual afectará el monto total de la inversión. "Muchas veces las decisiones de compra de terreno o de definición del producto que se construirá en él, no consideran el impacto que el suelo puede tener y solo se advierten tardíamente, cuando las decisiones de inversión

ya fueron tomadas", precisa la relatora y directora de AICE, Marianne Küpfer.

Y para Raúl Campos, "la geotecnia y, en particular, la geotecnia dinámica y sísmica, constituyen un conocimiento esencial para los ingenieros estructurales actuales, toda vez que su comprensión permite abordar desde una perspectiva global cualquier proyecto de ingeniería complejo, tomando decisiones correctas en etapas tempranas de los proyectos".

#### **Expositores**

- Módulo 1: Phillipo Correa Impacto de la geotecnia de un proyecto.
- · Módulo 2: Carlos Peña Obras portuarias.
- · Módulo 3: Elizabeth Parra Minería.
- Módulo 4: Alejandro Pedemonte Celulosas y centrales termoeléctricas.
- Módulo 5: Raúl Campos Plantas de generación y sistemas de transmisión.
- Módulo 6: Marianne Küpfer Habitacional.
- Módulo 7: Francisco Ruz Ensayos y caracterización geotécnica.
- Módulo 8: Ramón Verdugo Itemizados tipo para las diferentes clases de proyectos.



#### AICE presentó segunda versión de curso de geotecnia para ingenieros estructurales

Debido al éxito de la primera versión realizada entre abril y mayo, AICE ofreció la segunda edición de este curso, llevada a cabo entre agosto y septiembre.

Con la participación de 29 ingenieros, la AICE volvió a impartir el curso online: Geotecnia para ingenieros estructurales, que esta vez se realizó entre agosto y septiembre.



Charla Simpson Strong-Tie

# Simpson Strong-Tie presentó conexiones precalificadas para controlar el daño en estructuras de acero

Con la exposición de Silvia C. Dyer, de Simpson Strong-Tie, se presentó Yield-Link Moment Connection y sus herramientas digitales.

Comprometidos con la excelencia de sus socios y la búsqueda continua del mejoramiento profesional, AICE y Simpson Strong-Tie realizaron la charla Yield-Link® Moment Connection Conexiones precalificadas para controlar el daño en estructuras de acero, que abarcó el proceso de desarrollo de la conexión de momento Yield-Link® y cómo su incorporación puede beneficiar el rendimiento de las estructuras de acero.

Asimismo, se presentó la variedad de herramientas computacionales que Simpson-Strong Tie ha desarrollado para el diseño de la conexión de momento Yield-Link®, junto con su incorporación en Revit, SAP2000 y ETABS, además de la integración completa con RISA-3D y el sistema estructural RAM.

La charla estuvo a cargo de Silvia C. Dyer M.S. P.E, quien ha sido parte del equipo de ingeniería de Simpson Strong-Tie durante siete años. La exposición de Dyer profundizó sobre Yield-Link® Moment Connection y Yield-Link Herramientas de diseño de software, cómo se utiliza y los output que entrega esta herramienta. Dentro de su ponencia, la experta también dio a conocer algunos casos de éxito de la instalación de Yield-Link® Moment Connection.

Sobre esta nueva solución constructiva, explicó que combina cuatro diferentes ideas, las que corresponden a RBS - sección de viga reducida; BRB - placas apernadas; T-stubs y placa de corte modificada. Con esto, se evitan las soldaduras, dado que la estructura va apernada, lo-

grando que, tanto la columna como la viga, se mantengan elásticas, conservando la integridad estructural de las vigas y columnas, pensando en el escenario de un posible sismo, donde se pueden reemplazar las piezas dañadas sin mayor problema.

"En conclusión, la conexión SMF & IMF Yield-Link® está completamente apernada, sin requerir soldadura en terreno, no requiere inspección UT y permite una inspección visual reducida; puede diseñarse sin arriostramiento al ala inferior de la viga y consiste en Yield-Links reemplazables. Además, incluye soporte y herramientas de diseño gratis y no tiene tarifas de licencias ni mínimo tamaño de edificio", resumió Silvia C. Dyer.

La charla está disponible aquí: https://youtu.be/9U6pA4G42Ew



Como un curso que representa un buen paso para quienes no han tenido una formación formal relacionada con el análisis no lineal de estructuras, la AICE ofreció el curso Análisis Estático No Lineal de Estructuras, el que fue dictado entre julio y agosto, por los profesores Leonardo Massone, Fabián Rojas y Jorge Carvallo.

Los 32 alumnos asistentes pudieron conocer sobre introducción al Análisis No Lineal, Modelamiento No Lineal de Componentes Estructurales, Modelamiento de la No linealidad Geométrica, Análisis No lineal y Desempeño, y un Caso de Estudio usando ETABS.

Este tipo de curso no era muy común en el pasado y en la actualidad tampoco se imparte con regularidad en las universidades chilenas, por lo que la mayoría de los diseños se basa en algunos conceptos y criterios descriptivos que si bien funcionan razonablemente bien, impiden entender bien el comportamiento de la estructura.

En ese sentido, "este tipo de cursos nos permite estar un paso más adelante en entender cómo realmente se comporta la estructura y, obviamente, si entendemos cómo se comporta, podemos tener mejores criterios o tomar mejores decisiones al momento de diseñar", precisa Leonardo Massone, profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile.

De esa manera, una vez que se entiende el comportamiento no lineal de la estructura, se puede diseñar y validar que este es adecuado. "Ese

es el concepto desde el diseño por desempeño: validar el diseño que uno hace con las herramientas tradicionales", explica.

Asimismo, con el análisis no lineal se estudia dónde se empiezan a dañar más las estructuras, cuáles elementos son los que van a generar el daño, en tanto con un análisis lineal, "ese tipo de deducciones es bastante más complejo, es muy difícil distinguir cómo se va a ir propagando el daño", especifica Massone.

# En ese sentido, ¿es un análisis más fino?

Es un análisis más detallado, más refinado. Pero no es que el ingeniero no sepa que existe el comportamiento no lineal de la estructura, lo que pasa es que muchas veces

uno está tan estructurado con este análisis lineal, que se le olvidan estas cosas.

En el análisis tradicional uno considera el factor R y de alguna manera dice 'oye, no aquí, aquí yo no voy a diseñar para las cargas para que esto se comporte lineal, yo sé que va a haber una no linealidad en la estructura, el problema es que es difícil de ver, porque la metodología que uso para modelar la estructura, casi siempre es lineal.

#### ¿Y este análisis no lineal no se enseña en las universidades?

Propiamente tal, como cursos de análisis no lineal, son muy pocas las universidades que lo imparten. Yo sé que en la Universidad Católica tienen un curso en esa línea, no conozco el programa. En el año 2007 comenzamos a dictar este curso y partimos porque no existía en la Universidad de Chile.

# ¿Cómo se relaciona con el diseño por desempeño?

El concepto es: ya diseñamos la estructura, le pusimos fierro adentro y ahora quiero entender cómo se comporta. Entonces, si es que viene un sismo, yo quiero ver cuáles son los elementos que potencialmente se van a dañar más, cómo se van a distribuir las cargas dentro del elemento estructural a través de un modelo no lineal, puede ser estático o dinámico, pero me interesa construir un modelo en la línea de ver cómo se van a distribuir las cargas sobre la estructura y cuáles se pueden empezar a dañar.

Después de eso yo tomo decisiones, es decir, si la estructuración que definí en un comienzo fue la adecuada, si el nivel de daño potencial que puede haber en la estructura es aceptable o no. Si es aceptable, estamos bien y si no lo es, nos obliga a rediseñar la estructura. Entonces, algunas de las decisiones que tomé al comienzo probablemente las tengo que modificar para que el nivel

de daño ahora entre en un rango que se conoce como aceptable.

# ¿Qué tan masificado está el diseño por desempeño en Chile?

Si me comparo con quienes dieron con este tipo de cosas, en el hemisferio norte, en Estados Unidos sobre todo, estamos en pañales, pero dimos un paso importante ya hace unos años, cuando nos pusimos a redactar lo que sería un apéndice de la NCh433 y a dar lineamientos de cómo hacer un diseño.

Desde ese punto de vista, dimos un paso súper importante, porque antes no teníamos lineamientos locales, si uno quería hacer algo en esa línea, tenía que buscar información afuera, había oficinas que lo habían utilizado, pero basándose en documentación internacional. En la medida que la gente lo empiece a probar, empieza a ver las ventajas, las virtudes, significa más trabajo, evidentemente. La idea es que se empieza a masificar por la necesidad o por el interés de los ingenieros de entender cómo se comporta la estructura y que sea una ventaja para el diseño, y no un dolor de cabeza.

#### ¿Es más costoso también?

Como el comportamiento no lineal requiere, entre comillas, de más variables, más definiciones, lo que significa entender más en detalle el problema, entonces hay un nivel de dificultad mayor, que es pertinente, digamos, a entender cómo se comporta la estructura con más detalle. Uno tiene que elegir el tipo de modelo a utilizar, entonces eso requiere también de conocimiento. Y por otro lado, si uno ya tiene todo eso, conocimiento y maneja la herramienta, de todas maneras, es más tiempo.

Entonces, el costo está asociado al tiempo. Necesitas un software de análisis no lineal, pero muchos de los software lineales que existen hoy ya traen herramientas no lineales, ya pueden hacer ese tipo de cosas. Y

la dificultad en términos de costos está más que nada asociada al tiempo, a las horas hombre.

Y, en ese sentido, ¿está más recomendado para estructuras más estratégicas o críticas?

Sí, por supuesto. O sea, si uno considera en qué casos debería hacer este tipo de análisis, cuando hay estructura atípica, cuando hay configuraciones que son difíciles de entender con los métodos tradicionales, evidentemente ahí tiene mucho más justificación, entre comillas, invertir el tiempo en este tipo de cosas, mientras no se masifique. Si vo lo miro con el estándar internacional, en Estados Unidos todos los edificios altos, tienen que tener un diseño basado en desempeño. Entonces, ahí le pusieron el cascabel al gato, dijeron, ya, de aguí para arriba todos tienen que cumplir con criterio donde se haya verificado este diseño por desempeño.

# En ese sentido, ¿Chile no debería hacer lo mismo, dado que es un país sísmico, en la mayoría de su territorio?

Esa es la idea, primero nosotros lo que hicimos es trabajar en que esto se introdujera, y tampoco podemos imponer algo sin que todos lo manejen y entiendan de qué estamos hablando, entonces, por un lado está la herramienta, está el documento y, por otro lado, están estos cursos, cuya idea es apoyar para que se entienda más, se masifique un poco los conceptos de comportamiento no lineal de estructuras y cómo podría beneficiarnos en el diseño.

# ¿Cómo quedan capacitados los alumnos que toman este curso?

Una de las cosas fundamentales es entender qué es el comportamiento no lineal, después es tener nociones de qué tipos de no linealidad existen y qué tipos de elementos estructurales existen que uno pueda utilizar, por ejemplo estudiar el comportamiento de edificios de muros de hormigón armado, y después de eso conocer cuáles son los tipos de herramientas que uno puede utilizar o cuáles son las metodologías asociadas a estos criterios de diseño por desempeño y cuál es la propuesta que se hizo para la NCh433.

Como tendencia, ¿ustedes ven que es un tipo de diseño que debería masificarse en el país?

Debería con el tiempo ir siendo mucho más popular, muchísimo. Más allá de este curso, si pienso en los alumnos que he tenido estos 14 años que he dictado el curso, hoy ya existe una masa crítica que tiene unos conocimientos fundamentales de lo que es el comportamiento no lineal de estructura.

# Testimonio: evaluar el comportamiento real de la estructura

A José Ignacio Navea, profesional de Delporte Ingenieros, el análisis no lineal le despierta una gran curiosidad, "ya que en los diseños tradicionales que hacemos día a día solo diseñamos para un comportamiento lineal-estático de las estructuras, al cual le asignamos un factor R de reducción de respuesta, para disminuir los espectros de diseño y con esto, buscar algún grado de 'inelasticidad' de la estructura, pero no nos aseguramos cómo será el real comportamiento frente a una demanda", plantea.

Por ello, "mediante un análisis estático no lineal del tipo Pushover, se

puede evaluar el comportamiento real de la estructura y conocer realmente el punto de colapso de la misma, el cual no se evalúa mediante la normativa actual", añade.

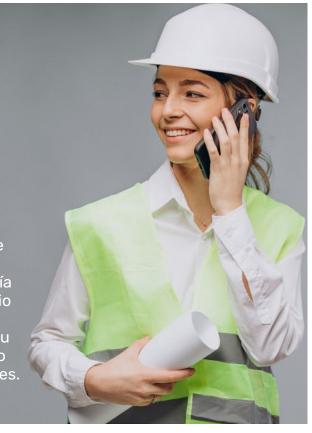
Por ello, tomó este curso, con el objetivo de llegar a diseñar algún edificio mediante un procedimiento alternativo, como el diseño basado en desempeño, "el cual permite evaluar el comportamiento no lineal de la estructura frente a una demanda y establecer distintos niveles de desempeño para ciertos estados límites, cosa que la normativa actual no lo establece explícitamente, por lo que se podría evaluar y asegurar que la estructura no llegue al colapso y, además, mediante el diseño por capacidad se puede garantizar que se produzca una falla dúctil por flexión y no una falla frágil por corte".



Día Internacional de la Mujer en Ingeniería

# Cómo se vive el liderazgo femenino desde la ingeniería estructural

Desde el ejemplo de Justicia Acuña, hace más de 100 años, son muchas más las mujeres que se han sumado a la ingeniería civil. En el diseño estructural, es necesario incentivar más su incorporación. Siete ingenieras estructurales dan cuenta de su visión sobre el liderazgo femenino y cómo incentivar una mayor presencia de mujeres.



El Día Internacional de la Mujer en Ingeniería plantea una interrogante necesaria sobre la presencia femenina en la disciplina de ingeniería estructural. Alrededor del 15% de la especialidad está conformado por mujeres, en tanto que en la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales (AICE), en 2017 el 5% de los socios correspondía a mujeres, porcentaje que aumentó a 11% en 2019.

El 2019 también marcó un punto de inflexión para la Asociación, dado que luego de 22 años de existencia, ingresó la primera mujer al Directorio: la actual directora María Jesús Aguilar. Y en 2021, se sumó la segunda ingeniera: Marianne Küpfer.

El liderazgo femenino es "de alto desempeño y multifacético", dice Paula Silva, gerente de Proyectos y socia fundadora de Spine Ingeniería, puesto que, a su juicio, "potenciamos el trabajo en equipo, combinando, además del conocimiento técnico, las habilidades de coordinación e integración de los distintos grupos de trabajo, lo que facilita

el desarrollo de proyectos de alta complejidad".

En tanto, "en la dirección de empresas sabemos dónde queremos llegar y tenemos la característica de ser meticulosas para lograr nuestros objetivos. Una vez que definimos la meta, planificamos nuestra ruta y avanzamos hacia ella", añade Silva.

Para Marianne Küpfer, directora de AICE y socia de René Lagos Engineers, no hay género para las necesidades de la disciplina de diseño estructural, las que son capacidad de organización, control de calidad y técnico, gestión con el cliente y otros especialistas, capacidad de innovación y adaptación, entre otros. "Dado que se trata de una profesión en donde lo primordial es el uso del intelecto y de las habilidades blandas por sobre las capacidades físicas, no existen motivos por los cuales los liderazgos femeninos no puedan ser exitosos", comenta.

Por eso mismo, Francisca Lagos, socia de RLE y subgerente de Calidad y Producción, ve importantes ex-

ponentes femeninos en la ingeniería estructural, que han tenido cargos de relevancia en diferentes asociaciones del país, y que han desarrollado importantes y complejos proyectos. "También en el área académica hay varias destacadas. Dentro de RLE no somos muchas, pero tenemos roles importantes y nos valoran por nuestras capacidades. Hay socias, directora de operaciones internacionales, jefe de proyecto, área I+D, etc. Podemos desarrollarnos en las áreas que nos motivan sin problema y tenemos hombres a cargo nuestro, con los cuales trabajamos de muy buena manera", agrega.

#### Más mujeres

Durante los últimos años ha habido una preocupación por atraer más mujeres a la carrera de ingeniería, lo que es interesante y motivador para las nuevas generaciones, de acuerdo con Küpfer, aunque "mujeres en la ingeniería chilena existen desde hace ya más de un siglo, cuando Justicia Acuña nos abrió el camino".















Desde esa pionera y en casi 30 años de carrera, Küpfer ha visto que la participación de mujeres se ha mantenido relativamente constante en el tiempo, lo que me lleva a pensar que la principal motivación para seguir esta profesión proviene de una inquietud intelectual y personal, más allá de elementos externos".

En este contexto, surge la pregunta sobre qué se necesita para incluir más mujeres en la disciplina. "Necesitamos hacer más difusión y, en forma multisectorial", dice Paula Silva, lo que equivale a seguir mostrando a las niñas en edades tempranas, que "pueden hacer lo que quieran y que no son las primeras en esta disciplina, que vean que somos varias las ingenieras estructurales desarrollando y liderando proyectos de gran envergadura. Ya en carrera visibilizando nuestro trabajo, generando redes de apoyo e incentivando la participación de mujeres en el ambiente gremial".

Por su parte, Francisca Lagos cree necesario "identificar los talentos en etapas tempranas y motivarlas a seguir este camino. Visibilizar las opciones existentes y lo que se puede lograr".

En ese sentido, es necesario "mostrar que las cosas están cambiando y que hoy si hay más mujeres líderes en ingeniería, será una motivación para futuras generaciones que entren al rubro", sostiene Marcela Becker, ingeniera de RLE. "Creo que esto parte de la universidad y las iniciativas como la conmemoración del Día de la Mujer en Ingeniería son una instancia para difundir lo que hacemos y los avances que han habido en el área hasta que algún día no sea un tema de discusión", complementa.

A juicio de Allison Acosta, ingeniera del equipo I+D de RLE, falta incentivar más la autoconfianza en las habilidades de las mujeres hacia las carreras científicas, en general, desde la enseñanza básica. "Creo que en muchos casos las mujeres no se atreven a postular a estas carreras pensando que no tienen las habilidades suficientes, optando por carreras menos desafiantes para sus talentos. Es necesario que más mu-

jeres postulen a ingeniería asumiendo que tienen las mismas habilidades que los hombres y no fomentar prácticas como 'cupos especiales', las que fomentan estereotipos de que las mujeres no tenemos las mismas habilidades para carreras matemáticas o científicas", considera la profesional.

Para Tania Albornoz, ingeniera de RLE, "hombres y mujeres tenemos la misma capacidad para dar solución o enfrentar un proyecto", y "la diferencia va más allá de la parte matemática, está más relacionada con las habilidades blandas, con lo que se transmite en las conversaciones, por ejemplo", plantea.

Algo similar contempla la ingeniera Carolina Romo, ingeniera jefe de Proyectos de RLE, quien cree que la disciplina es para quien tienen las capacidades y ganas de hacerlo, por lo que, "quizás hay que dar a conocer más en colegios el trabajo que realizamos para que más niñas se puedan motivar e interesar en el tema".



Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales - Chile contacto@aice.cl



20 21

