

Revista Ingenieros 2024



icafal



ORGULLOSOS DE
CONSTRUIR FUTURO



WWW.ICAFAL.CL



- Obras de Edificación, Viales, Ferroviarias y Civiles
- Megaproyectos Inmobiliarios, Industriales y Comerciales
- Concesiones
- Maquinarias

Índice

4

Editorial:

Sergio Contreras,
primer vicepresidente
Colegio de Ingenieros
de Chile

6

Columna:

Tomás Guendelman,
Premio Nacional
Colegio de Ingenieros
2015

8

Entrevista:

Hernán de Solminihaç,
presidente Colegio de
Ingenieros de Chile.

14

Hitos de la Ingeniería:

Metro de Santiago
y las innovaciones
en ingeniería de sus
proyectos vigentes.

21

Hitos de la Ingeniería:

El nuevo Estadio San
Carlos de Apoquindo
como referente
en construcción
sostenible.

25

Hitos de la Ingeniería:

La reconstrucción tras
los megaincendios
en Valparaíso como
modelo integral.

30

Hitos de la Ingeniería:

ELT, la construcción
del telescopio óptico
infrarrojo más grande
del mundo.

32

Entrevista:

Jessica López, ministra
de Obras Públicas.

37

Entrevista:

Evelyn Matthei,
alcaldesa de
Providencia.

42

Entrevista:

Richard Weber,
investigador del
Instituto Sistemas
Complejos de
Ingeniería (ISCI).

45

Entrevista:

Eduardo Costoya,
presidente del Consejo
de Ingeniería Eléctrica-
Colegio de Ingenieros
de Chile.

48

Entrevista:

Jeffrey Sachs, asesor
de Naciones Unidas
para los ODS.

Editorial

Hoy día, el Colegio de Ingenieros ofrece una mirada hacia la ingeniería. Cuando conmemoramos un nuevo Día de la Ingeniería, en recuerdo de aquel lejano renacer del país luego de un destructor terremoto en mayo de 1647, día en el que la ingeniería de Chile se materializó de manera efectiva en distintas áreas productivas de la sociedad.

Ofrecemos a nuestra comunidad de ingenieras e ingenieros esta nueva publicación cuando conmemoramos el Día de la Ingeniería, establecido hace ya quince años. Por otra parte, nuestro Colegio, en el contexto del desarrollo de la ingeniería nacional, ha ofrecido un importante aporte desde su creación hace ya sesenta y seis años.

Para ello hemos recogido las palabras de quienes son hoy los líderes de esos logros, desde la dirigencia de la Orden hasta las autoridades del país, y las empresas que construyen con dedicación y eficiencia la estructura productiva del país.

Chile aún en un escenario adverso en el cual hemos debido enfrentar una pandemia de magnitud histórica y procesos sociales de difícil solución, ha seguido avanzando en un camino de modernización y mejoramiento en la industria, la infraestructura pública y privada, teniendo, sin embargo, siempre presente la necesidad de bienestar de los individuos integrantes de la sociedad,

De esta manera, existe la preocupación permanente de mantener la inversión en obras públicas, la necesidad de contar con la debida inversión nacional y extranjera, la mirada sobre el desarrollo sostenible y la economía global.

La ingeniería necesita hoy tomar rumbos definidos en un mundo incierto.

Hemos de reconocer obras de tal importancia como el crecimiento de la red de transporte público, tanto en superficie como subterránea, telescopios que representan hitos cruciales en la investigación del universo. También podemos observar el testimonio gráfico de obras de tal magnitud como parques eólicos, la primera planta de hidrógeno verde en Latinoamérica en Punta Arenas y otros de no menor importancia.

Las amenazas que se presentan en el camino del desarrollo parecen en muchos casos insuperables; sin embargo, la firmeza de nuestra convicción se mantiene en todas las acciones que realizamos con la seriedad, dedicación y eficiencia con que las y los ingenieros chilenos ejercemos nuestra profesión. Esto representa la fortaleza con que enfrentaremos el futuro.



Sergio Contreras Arancibia

Primer vicepresidente
Colegio de Ingenieros de Chile
Santiago, mayo de 2024



Comité Ejecutivo

Presidente: **Hernán de Solminihac Tampier**

Primer vicepresidente: **Sergio Contreras Arancibia**

Segundo vicepresidente: **Juan Carlos Latorre Carmona**

Secretario general: **Sergio Wilhelm Flores**

Director tesorero: **María Luisa De la Maza Michelson-Boschaner**

Consejeros Nacionales

Fernando Agüero Garcés. Libre Elección

Raúl Alcaíno Lihn. Libre Elección

Paulino Alonso Rivas. Libre Elección

Manuel Franklin Aparicio Mery. Libre Elección

Luis Osvaldo Ayala Mege. Libre Elección

Mauricio Baker Peredo. Representante Esp. Defensa

Rodrigo Barriga Vargas. Libre Elección

Ana Teresa Collados Baines. Libre Elección

Sergio Contreras Arancibia. Representante Esp. Civil

María Luisa De la Maza Michelsonboschaner. Libre Elección

Hernán de Solminihac Tampier. Libre Elección

Luis Díaz Palominos. Representante Esp. Comercial y Control de Gestión

Emma Violeta Durán Muñoz. Libre Elección

Fernando Echeverría Vial. Libre Elección

Gloria Hutt Hesse. Libre Elección

Juan Carlos Latorre Carmona. Libre Elección

Sergio Icaza Pérez. Libre Elección

Carlos Pastén Abarca. Representante Esp. Industrial

Erwin Alberto Plett Krüger. Libre Elección

Enrique Silva Villagra. Representante Esp. Naval

Federico Adrián Sobarzo Lorca. Representante Esp. Eléctrica

Eva Soto Acevedo. Representante Esp. Química y Biotecnología

Sergio Wilhlem Flores. Representante Esp. Aeronáutica y del Espacio



COLUMNA DE OPINIÓN
Tomás Guendelman

El Terremoto Magno: Mentor del desarrollo de la ingeniería sismorresistente

El 13 de mayo de 1647, a las 22:30 horas, se produjo uno de los más grandes y destructivos sismos que han afectado a la ciudad de Santiago: el Terremoto Magno.

Centenares de víctimas fatales y masiva destrucción fueron sus consecuencias inmediatas. Cerca de 200 segundos de duración que podrían hoy ser conmemorados, no recordados, porque naturalmente no hay testigos vivos de ese evento. Sin embargo, lo que efectivamente se realiza, es la celebración los 14 de mayo de cada año, día que en 1647 se inició la reconstrucción de la ciudad, en conmemoración de ese día, el Colegio de Ingenieros solicitó al gobierno de la época que fuera establecido como "El Día de la Ingeniería".

Pero el Terremoto Magno no sólo despertó la solidaridad nacional, sino también tuvo un efecto notable en el mundo científico y tecnológico internacional, debido a que Chile, auténtico "laboratorio sísmico natural", es fuente de aprendizaje de los procesos sismogénicos como también de inspiración

hacia un diseño de las estructuras que se caracterizan por su buen desempeño, con mínimas pérdidas materiales y humanas en sismos de severidad extrema. Estos resultados se sitúan muy por debajo de lo que indican las estadísticas de países de alta vulnerabilidad sísmica.



A la fecha, el país exhibe la más alta sismicidad mundial en términos del número de eventos importantes y de la energía liberada. Destaca especialmente el terremoto de Valdivia de 1960, que liberó una energía

equivalente al 25% del total en el planeta en todo el siglo XX.

Los principales efectos del exitoso comportamiento de los edificios chilenos se sustentan en la filosofía de diseño que ha estado presente en la norma sísmica NCh433, en sus diversas versiones, la que define que, para un sismo moderado, no deben producirse daños estructurales; para un sismo fuerte, debe haber una incursión moderada en el rango plástico y la estructura debe ser recuperable; y para un sismo severo, no debe producirse colapso. Estas concepciones estructurales son consecuencia de diseños que cuentan con una alta densidad de muros de rigidez en todos los pisos, simetría resistente y reducida respuesta torsional.

Es importante reconocer que así como los desastres inspiran comportamientos responsables hacia adelante, los éxitos suelen provocar irresponsables conductas propias del "triumfalismo". El terremoto de Chillán de 1939 volvió a causar graves daños materiales y miles de víctimas humanas. Se había olvidado que las lecciones que nacieron en 1647 y que se repitieron muchas veces después, se pueden olvidar, sea por irresponsabilidad o por el alejamiento de las buenas prácticas.

El profesor **Rodrigo Flores** destacaba que las construcciones más seguras en el país fueron las materializadas entre 1940 y 1950, atribuyendo al fresco recuerdo del terremoto de Chillán la responsabilidad más importante de este fenómeno. Fue el terremoto de 1960 el que repitió experiencias desastrosas y estimuló la creación de la **Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA**, institución vigente y de alto reconocimiento mundial.

Uno de los primeros productos de ACHISINA fue la publicación de la norma sísmica provisoria NCh433 de 1968, que fuera oficia-

lizada en 1972 y que es considerada como la primera norma sísmica de Chile y una de las primeras en el mundo, en incorporar conceptos modernos de diseño antisísmico. Esta norma se ha ido actualizando, aproximadamente cada 10 años, hasta llegar a estos días en que una nueva versión está pronta a ser oficializada.

Paralelamente, hace más de treinta años, surgió la norma sísmica NCh2369 para instalaciones industriales, promovida por el igualmente destacado profesor **Elías Arze**. La actualización de esta norma también se encuentra en etapas finales para ser oficializada.

Pero no sólo se confeccionaron normas de análisis y de diseño de edificios propiamente tales, sino también de elementos secundarios y normas complementarias para diseño de sistemas de aislación sísmica, acciones de viento, combinaciones de carga, normas individuales para el diseño de estructuras de hormigón armado, acero, madera, entre otros. En pocas palabras, lo que surgió a raíz del Terremoto Magno se ha amplificado al mundo del amplio espectro que involucra a obras materiales susceptibles de tener que permanecer operativas después de un terremoto severo.

Es justo entonces decir que el día siguiente al del Terremoto Magno merece ser conmemorado porque, sin duda, ha sido el mentor del comienzo del desarrollo de la ingeniería chilena sismorresistente, cuyo prestigio se extiende ampliamente más allá de los límites territoriales.

Tomás Guendelman Bedrack

Expresidente del Instituto de Ingenieros de Chile.

Premio Nacional Colegio de Ingenieros de Chile A.G. 2015

ENTREVISTA
Hernán de Solminihac

“Cuando asumes la presidencia del Colegio de Ingenieros es para dar continuidad a nuestra misión de cooperar con el desarrollo del país, de la ingeniería y sus profesionales”



El presidente del CI comparte su visión de futuro de la ingeniería en Chile tanto en educación como en investigación. Destaca el importante rol de las mujeres en esta disciplina y cuenta cómo promover la equidad de género. Finalmente, hace un repaso con importantes hitos que han marcado y marcarán el desarrollo de la ingeniería en nuestro país.

I. Colegio de Ingenieros

1. ¿Cuáles han sido los principales desafíos durante su periodo como presidente del Colegio de Ingenieros (2022-2024) y cómo los han enfrentado?

Nuestro colegio tiene 66 años de historia y se ha construido con el trabajo de todos los socios, liderado por 18 presidentes desde su fundación. Cuando asumes la presidencia de esta importante institución, continúas con los desafíos anteriores y trabajas en nuevos, para cumplir con nuestra misión de cooperar con el desarrollo del país, de la ingeniería y de sus profesionales. Los principales desafíos que estamos trabajando, consideran dimensiones externas, participativa de los socios, representativa a nivel país y de viabilidad a las actividades del colegio. Destacan iniciativas orientadas a nuevos espacios de ideas, a la participación de mujeres ingenieras, el impacto en las políticas públicas, a nuestra presencia en la mayoría de las regiones del país y al desarrollo de actividades que nos permitan mejorar el impacto de nuestro colegio.

2. ¿Cuál es la visión de futuro respecto al desarrollo de la ingeniería en Chile?

Nuestra visión es una en la que la innovación, la sostenibilidad, el compromiso social y la ética sean pilares fundamentales. Nos esforzamos por impulsar una ingeniería que no solo resuelva desafíos técnicos, sino que también contribuya de manera significativa al desarrollo sostenible del país y al bienestar de sus habitantes. Buscamos fortalecer la colaboración entre el sector público, privado y académico para impulsar proyectos de ingeniería de alto impacto que apoyen el crecimiento económico, mejoren la calidad de vida y promuevan la protección del medio ambiente.

II. Educación y mujeres en ingeniería

3. Apelando a sus diferentes roles como director ligado a la educación superior y



EJECUCIÓN DE MURO PANTALLA



Ferrara sigue aumentando su abanico de soluciones geotécnicas, en esta ocasión les presentamos nuestra **Grúa Bauer MC32** para la ejecución de Muros Pantallas y Barrets. La ejecución de Muros Pantalla es una técnica ideal para entibación como también para la ejecución de paredes continuas impermeabilizantes.

En Chile su utilización es frecuente en obras como estacionamientos subterráneos, entibaciones, pasos bajo nivel, paredes de impermeabilización en embalses, sentinas de captación, etc.

En cuanto a los barrets, estas son la alternativa mecanizada a la ejecución de pilas y en ocasiones cuando los espacios son reducidos para la ejecución de pilotes.

Ferrara dispone de espesores desde 40cm hasta 80cm para la ejecución de esta tecnología.

VENTAJAS

Permite ejecutar instalaciones en espacios reducidos.

Otorga impermeabilización y estanqueidad a las paredes de la excavación.

Se adapta a los sistemas típicos de anclajes postensados y pasivos.

Es posible utilizar el muro pantalla como muro perimetral del edificio, conectando losas, vigas, muros, etc al sistema de entibación.



La investigación, ¿cuáles son las nuevas competencias o –“perfil ingeniero”- que demanda Chile?

En un mundo en constante cambio y evolución tecnológica, Chile demanda profesionales con habilidades multidisciplinares y una mentalidad innovadora. Además de poseer sólidos conocimientos técnicos y una fuerte formación ética, deben ser capaces de adaptarse rápidamente a nuevos entornos, emprender distintos desafíos, trabajar en equipos interdisciplinarios y tener las capacidades de liderarlos cuando corresponda, comunicarse efectivamente, poseer una conciencia global, y entender las implicaciones éticas y sociales de sus proyectos. Desde el Colegio de Ingenieros, promovemos la formación continua y el desarrollo de estas competencias a través de programas y convenios con la educación superior, así como colaboraciones con la industria para identificar necesidades del mercado laboral.

4. Existe una tendencia a que las mujeres se desarrollen profesionalmente en áreas no relacionadas con la ingeniería. Por ejemplo, desde los 15 años, las niñas chilenas se autoperciben como peores que sus pares varones para las matemáticas y ciencias (OCDE 2018). En este contexto, ¿cómo ha aportado el Colegio de Ingenieros en hacer frente a este contexto?

Reconocemos la importancia de promover la equidad de género en la ingeniería y en las áreas STEM. Es preocupante que las niñas chilenas se autoperciban como menos interesadas en matemáticas y ciencias desde una edad temprana. Desde el Colegio de Ingenieros, estamos comprometidos en derribar estereotipos de género y fomentar una cultura inclusiva que motive a las mujeres a perseguir carreras en ingeniería. Para abordar esta problemática, es fundamental seguir apoyando y promoviendo programas de mentoría y orientación vocacional dirigidos a estudiantes de secundaria. Otra acti-

vidad que destaco es la feria orientada a jóvenes- que realizamos en el Colegio- con el fin de que estudiantes conozcan las características de las distintas carreras y especialidades. Asimismo, continuaremos impulsando propuestas de difusión que muestren la diversidad de roles y oportunidades que ofrece la ingeniería. En paralelo, seguiremos colaborando con instituciones educativas para revisar y actualizar currículos con enfoque de género. También apoyaremos proyectos y emprendimientos liderados por mujeres ingenieras, promoviendo su visibilidad y reconocimiento. Esto en conjunto con la sensibilización y capacitación sobre la importancia de la diversidad de género en el ámbito de la ingeniería.



III. Ingeniería: pasado, presente y futuro

5. Como Ministro de Obras Públicas (2010-2011), le correspondió enfrentar la reconstrucción tras el terremoto 27-F. El proceso tuvo varios logros. Por ejemplo, a cuatro años del terremoto había un 97% de reconstrucción. Más allá de las cifras, ¿qué tan preparado se encuentra el Estado para enfrentar nuevos procesos de reconstrucción post catástrofe?

El Estado de Chile ha demostrado una notable capacidad de adaptación y aprendizaje a partir de la experiencia de los efectos que han dejado distintos eventos de la naturaleza, y el terremoto del 27-F nos ha permiti-

do mejorar aún más nuestra resiliencia. La reconstrucción post catástrofe (2010-2011) no solo logró alcanzar cifras significativas en términos de reconstrucción de infraestructura, sino que también consolidó la ingeniería sísmica chilena como un referente internacional. Pero más allá de los logros cuantitativos, la preparación del país para enfrentar eventuales nuevos procesos de reconstrucción se fundamenta en la planificación anticipada y el diseño de infraestructuras más resilientes. La metodología desarrollada a partir de la experiencia del 27-F ha sido reconocida internacionalmente como crucial para la construcción de infraestructuras más resistentes a desastres naturales. Es esencial reconocer que Chile seguirá enfrentándose a eventos naturales extremos, lo que subraya la importancia de estar preparados. En un contexto de recursos limitados, la utilización eficiente de cada peso invertido en la prevención y preparación es fundamental. La capacidad para aprender de las lecciones del pasado y adaptarse a los desafíos futuros será determinante.

6. Según el gobierno actual, el déficit habitacional llega a 650 mil nuevas viviendas, una cifra superior a 1996; 564 mil, que fue la primera vez que se midió. Si bien el problema abarca varias aristas, ¿cómo puede aportar la ingeniería a solucionar o mitigar este déficit?

La ingeniería puede desempeñar un papel crucial. Por ejemplo, los ingenieros pueden desarrollar tecnologías y técnicas de construcción más eficientes para reducir costos y tiempos de construcción. Esto puede incluir el uso de métodos prefabricados, industrialización, materiales innovadores y técnicas de construcción sostenibles. Junto con trabajar para mejorar las nuevas viviendas, debemos enfocarnos en hacer buenos reforzamientos y mantenimientos de las usadas, para que el costo de operación sea más eficiente, especialmente en energía. La ingeniería civil puede contribuir a una plani-

ficación urbana más eficiente y sostenible, identificando áreas adecuadas para el desarrollo de viviendas y diseñando infraestructuras de servicios básicos para apoyar el crecimiento urbano. Los ingenieros también pueden trabajar en el desarrollo de tecnologías de viviendas asequibles, como viviendas modulares, impresas en 3D o construidas con materiales locales disponibles. Estas soluciones pueden ayudar a reducir los costos de construcción y hacer que las viviendas sean más accesibles. La ingeniería estructural puede diseñar viviendas resilientes, seguir avanzando en la rehabilitación y renovación de viviendas existentes, y ayudando a mejorar su calidad y seguridad estructural. En el caso del financiamiento, los ingenieros pueden desarrollar modelos innovadores que permitan a personas de bajos ingresos acceder a créditos para la construcción o adquisición de viviendas. Puede incluir esquemas de microfinanzas, crowdfunding inmobiliario o programas de subsidios gubernamentales mejor estructurados.

7. La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde aspira a convertir a Chile en el productor de combustible alternativo más barato del mundo. ¿Cómo evaluaría el desarrollo de Chile en hidrógeno verde y cuál es el camino a seguir para llegar a ser un referente mundial?

La industria del hidrógeno verde en Chile emerge como un gran desafío y, al mismo tiempo, como una oportunidad para liderar la transición hacia un futuro sostenible. A medida que nos esforzamos por lograr una economía carbono neutral, la expansión de la capacidad de producción se perfila como un objetivo que plantea interrogantes sobre el desarrollo de esta industria. Uno de los principales desafíos que enfrentamos es la continua inversión en infraestructura de energía renovable. Chile cuenta con una geografía propicia para la generación de energía limpia, pero debemos seguir

impulsando su expansión para transformar nuestro potencial en una realidad. De ahí que la colaboración entre el sector público y privado sea una pieza fundamental. En este camino, es imperativo que adaptemos nuestros sectores industriales al uso del hidrógeno verde. Aquí, la inversión en investigación y desarrollo serán claves para la creación de tecnologías más eficientes y sostenibles. La viabilidad de la producción local de hidrógeno verde, no sólo dependerán del apoyo gubernamental y de un marco regulatorio sólido, sino también de avances tecnológicos que hagan que esta industria sea más competitiva. Chile se encuentra ante una oportunidad sin precedentes para liderar la producción y exportación de hidrógeno verde, si somos capaces de crear un mercado local que permita la expansión de proyectos sostenibles hacia mercados internacionales.

8. Considerando la importancia que la IA está adquiriendo a nivel global, ¿qué novedades y/o innovaciones se están trabajando actualmente en ingeniería a nivel nacional?

En Chile, la ingeniería está avanzando con la integración de la Inteligencia Artificial. Algunos ejemplos pueden ser la industria minera, la agricultura, la medicina, el medioambiente, el transporte y la energía. Asimismo, esta herramienta está siendo utilizada en ingeniería para abordar diversos problemas en el ámbito educativo, desde la personalización del aprendizaje hasta la evaluación automatizada y la garantía de privacidad de los datos. Estas innovaciones tienen el potencial de transformar la forma en que enseñamos y aprendemos, pero es fundamental que se utilicen de manera responsable y ética, promoviendo un enfoque integral en el desarrollo estudiantil.

Hernán de Solminihac Tampier
Presidente
Colegio de Ingenieros de Chile



Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción



9 DOCTO
RADOS

11 MAGÍ
TERES

POSTGRADOS INGENIERÍA UDEC

POTENCIA TUS CONOCIMIENTOS

▶ Desarrollo Sostenible y
Gestión de Recursos Naturales

▶ Ciberseguridad y
Protección de Datos

▶ Innovación en
Energías Renovables

▶ Tecnologías de Información
y Comunicaciones (TIC)

▶ Economía Circular y
Gestión de Residuos

▶ Ingeniería Biomédica y
Tecnologías de la Salud

▶ Desarrollo de la
Industria Aeroespacial

▶ Diseño de Sensores
en la Industria

▶ Innovación en Construcción
y Urbanismo Sostenible

▶ Transformación Molecular
para la Sociedad


MAGÍSTERES PROFESIONALES

Magíster en Construcción
Industrializada en Madera

Magíster en Innovación y
Emprendimiento Tecnológico

Magíster en Ciencia de
Datos para la Innovación

Ingresa a www.fi.udec.cl/postgrados y conoce nuestra oferta de magísteres y doctorados



HITOS DE LA INGENIERÍA

Metro de Santiago

Las innovaciones a nivel de ingeniería de ferrocarriles urbanos que presentarán los proyectos de ampliación de la red de Metro de Santiago

A nivel constructivo, destaca el uso por primera vez en suelo urbano chileno de una tuneladora. En cuanto a beneficios para la comunidad, Línea 7 contará con ascensores de gran capacidad- 32 pasajeros- en una de sus estaciones, mientras que la puesta en servicio del segundo tramo de Línea 9 convertirá a Puente Cal y Canto en la primera estación de combinación cuádruple.

El crecimiento de la red de Metro es uno de los aportes de mayor impacto para la comunidad, con incidencia directa en materia de sostenibilidad, en cuanto a equidad social y territorial, reactivación económica, descontaminación y otros factores que mejoran la calidad de vida.

Actualmente, Metro trabaja en la expansión de su red, a través de tres nuevas líneas y dos extensiones de una ya existente. Al respecto, **Ximena Schultz**, gerente de la División de Proyectos de Metro de Santiago, comenta:

"Durante el proceso de ingeniería de los proyectos de expansión, Metro busca consolidar las diversas especialidades en las

obras civiles y los sistemas de cada trazado, para desarrollar soluciones integrales a nuestros pasajeros, asegurando la óptima ejecución de cada proyecto y velando por la sostenibilidad socioambiental durante su desarrollo".

A la fecha, existen dos proyectos en ejecución, la construcción de la Línea 7 y la extensión de la Línea 6 hacia el poniente. El proyecto de la Línea 7 conectará Renca con Vitacura a través de 19 estaciones; incluye la extensión de la Línea 6 hacia el oriente, en un km, y una estación adicional- en la intersección de Avenida Vitacura con Isidora Goyenechea- que será la futura estación terminal de Línea 6 hacia el oriente y un punto de combinación entre las líneas 6 y 7. El año estimado de puesta en servicio es 2028. Por su parte, la extensión de Línea 6 hacia el poniente considera la prolongación en tres kilómetros y una estación adicional hacia el poniente de la actual estación terminal Cerrillos.

Por otra parte, Metro posee dos proyectos más en etapas iniciales de ingeniería, las líneas 8 y 9. La primera, conectará Providen-



Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción

VUELVE AL ORIGEN

Encuentro 2024

Facultad de Ingeniería UdeC



08 junio
2024

Centro de eventos
SurActivo

Autopista Concepción / Talcahuano 8590, Hualpén.

www.fi.udec.cl/encuentro2024



fi.udec.cl



@fiudec



cia con Puente Alto a través de 14 estaciones. Su puesta en operación se realizará en dos tramos, en donde la puesta en servicio total se estima para 2033. La segunda, conectará el centro de Santiago con el de Puente Alto, a través de 19 estaciones. Al igual que para Línea 8, la puesta en servicio de la Línea 9 se efectuará en tramos; los dos primeros están en proceso de tramitación ambiental, mientras que el tercero pronto comenzará la ingeniería básica. La puesta en servicio del proyecto total se estima para el mismo año que Línea 8.

A nivel de innovaciones, tanto la extensión de Línea 6 como Línea 7 tendrán la última tecnología de ferrocarriles urbanos, similar a las líneas automáticas ya existentes en línea 3 y 6. Además, su construcción es totalmente subterránea, con trenes operados automáticamente, estaciones equipadas con puertas de andén, espacios y pasillos más anchos que facilitan entrada y salida de personas, espacios reservados para personas con movilidad reducida. Adicionalmente, los trenes contarán con aire acondicionado, un sistema avanzado de información para pasajeros con datos sobre el estado de la red, la ruta y estaciones. Además, contará con cámaras externas de alta resolución e intercomunicadores para la comunicación de usuarios con el centro de control de Metro.

Una de las grandes novedades de Línea 7 será la incorporación de ascensores de gran capacidad en la estación ubicada en la intersección de las avenidas Américo Vespuccio y Alonso de Córdova, y que tendrá una profundidad máxima de infraestructura de 50 metros.

"Esta estación contará con nueve ascensores con una capacidad de 32 pasajeros cada uno, es decir, en conjunto podrán trasladar en torno a 290 personas. En caso de un corte de luz existirá un equipo electrógeno de respaldo para llevar a cabo la evacuación de la estación. Los ascensores funcionarán a velocidades del orden de dos metros por segundo, y trasladarán a los pasajeros directamente al sector puente en poco más de 20 segundos. Para acceder a los andenes deberán descender por escaleras fijas y en el caso de las personas con movilidad reducida dispondrán de otro ascensor para llegar a abordar el tren", explica Schultz.

La puesta en marcha de Línea 7 permitirá que las estaciones Puente Cal y Canto y Baquedano se conviertan en las primeras estaciones de triple combinación de la red, conectando las líneas 2, 3 y 7 en el caso de Puente Cal y Canto, y 1, 5 y 7 en Baquedano. En el caso de Puente Cal y Canto, con la puesta en operación del segundo tramo de estaciones de Línea 9, se convertirá en la

Autoperforantes TITAN

**Soluciones geotécnicas
permanentes**

- El Sistema de barras autoperforantes Ischebeck TITAN ofrece más de 100 años de garantía y certificaciones europeas. Se utiliza como micropilotes para cimentaciones y retrofijaciones de estructuras de contención, así como para estabilizar taludes, entre otras aplicaciones.
- En los micropilotes TITAN, el miembro portante es una barra de acero roscada que sirve como barra de perforación pérdida, conducto de inyección y armadura (3 en 1).



FRIEDR. ISCHEBECK GMBH

Avenida Echeñique 5839 oficina 504 La Reina - Santiago De Chile

www.ischebeckchile.com

Teléfono: (+56 2) 64690891



primera estación de combinación cuádruple, conectando las líneas 2, 3, 7 y 9.

A nivel constructivo, lo más destacado en excavación de túneles lo presenta la construcción de la Línea 7, que incorpora el uso de una máquina tuneladora.

"El uso de una máquina tuneladora en la excavación de túneles representa una gran innovación para la forma en que ejecutamos nuestros proyectos de expansión en Metro de Santiago. Si bien esta tecnología se ha utilizado en nuestro país en la industria minera e hidroeléctrica, es la primera vez que se empleará en suelos urbanos en Chile. En ciudades como Barcelona, París, Londres y también en América del Norte y Sur, su uso es habitual por las características del suelo y densificación de sus ciudades", explica la gerente de la División de Proyectos de Metro.

"Emplear la tuneladora cambia considerablemente la forma en que se aborda la planificación y ejecución. A diferencia del método NATM, la tuneladora excava de manera sistemática, instalando inmediatamente el revestimiento definitivo del túnel mediante anillos de 1,7m de hormigón armado conformados por siete dovelas, logrando rendimientos entre 15 y 17m por día", agrega.

Características y complejidades de los métodos empleados en la construcción de túneles

A inicios de los 90, Metro implementó el método austriaco de túneles o NATM, dada la buena calidad del suelo de Santiago y porque es menos invasivo que el utilizado en ese tiempo ("Cut and Cover" o tajo abierto).

El método NATM requiere piques de construcción adicionales a aquellos donde se emplazarán las estaciones para lograr rendimientos competitivos. Por su parte, la tuneladora solo requiere de dos frentes de trabajo, uno para el ingreso de la máquina y otro para la salida, lo que se traduce en la disminución en el impacto de las obras en la superficie y entorno, un menor tránsito de camiones, disminución de ruido y emisiones de la construcción, y menos expropiaciones, entre otros.

Desde el ámbito de la seguridad, el uso de esta máquina- altamente automatizada y con un alto grado de precisión- implica menor riesgo de accidentabilidad al eliminarse la interacción directa de personas con el frente de excavación.

"Con el paso de los años, Metro fue optimizando el método NATM, tanto en aspectos de seguridad como en rendimiento y costos.



Continúa página siguiente >



Sin embargo, con Línea 7 y los suelos del tramo poniente, llegó el momento de dar el siguiente paso en el uso de la tecnología existente, razón por la cual esta nueva línea incorporará el uso de una máquina tuneladora para la excavación de casi una cuarta parte de su trazado total (6,6 km de un total de 26 km)", detalla Schultz.

Específicamente, el tramo 1 de Línea 7 considera la ejecución de 6,6 km de túnel interestación con la tuneladora. También se utilizará la metodología constructiva NATM en 1,4 km, principalmente para los túneles de estación y cola de maniobras.

Una de las variables de decisión importantes para el uso de esta tecnología es el tipo de suelo. En Santiago, los suelos de grava son los predominantes, presentándose suelos finos en Renca, Cerro Navia y el sector poniente de Quinta Normal, lo que es una oportunidad. Sin embargo, el empleo de esta innovación también significa afrontar una gran complejidad, dado que el desafío técnico y logístico no sólo involucra a Metro, sino también a todos quienes participan en el proyecto.

"Como toda tecnología nueva, existe una curva de aprendizaje que se consideró en la

planificación de los rendimientos de la tuneladora y sin duda el mayor desafío será la adaptación constante a las condiciones geológicas del suelo y variables a lo largo del trazado, de esta manera garantiremos la excavación continua y eficiente", comenta la gerente de la División de Proyectos.

En cuanto a la logística, la tuneladora fue fabricada en China y el traslado de todas las componentes fue en gran parte entre los puertos de Shanghai y San Antonio, con un tiempo de ocho meses. Una vez en Chile, el traslado terrestre también significó un desafío logístico que requirió la coordinación del tránsito y resguardo de Carabineros por el tamaño de los bultos.

Por otra parte, Ximena Schultz detalla que *"a diferencia del método NATM, aquí todo el material excavado sale en un punto específico, por lo que requiere una gran coordinación logística de todos los camiones que se dirigen y salen de la obra para minimizar el impacto vial. Por otra parte, se estima que la tuneladora requerirá de casi 26.000 dovelas que se acopiarán en el mismo terreno donde ingresa la máquina para minimizar los traslados. Para ello, se construyó en el mismo lugar una planta de hormigón, donde se fabrican en promedio 70 dovelas al día".*

El nuevo estadio San Carlos de Apoquindo que revolucionará la construcción sostenible en Latinoamérica



El estadio presenta un 66% de avance y promete transformarse en un referente en el diseño y construcción de recintos masivos en América Latina, incorporando innovadoras técnicas de sostenibilidad en las distintas etapas del proyecto.

San Carlos de Apoquindo está inmerso en un entorno en donde la naturaleza tiene un rol protagonista. El recinto está cerca de viviendas, centros comerciales y educacionales. Bajo este contexto, desde Cruzados destacan que el nuevo estadio de Universidad Católica fue un proyecto concebido desde su origen- como un recinto moderno, sostenible y multipropósito.

Diseñar y construir un proyecto con estas características implicó varios desafíos, tanto en sus orígenes en fase de diseño como en su construcción.

"El concepto de un estadio multipropósito representa una visión innovadora y adaptable, donde la infraestructura deportiva no solo sirve como escenario para eventos de-

*portivos, sino que también se convierte en un espacio versátil y sostenible que beneficia a la comunidad. En este contexto, la construcción del estadio, además de implicar la ingeniería y diseño convencional, incluye un enfoque integral", explica **Juan Ignacio Ríos, gerente general de WSP.***



Juan Ignacio Ríos
gerente general de WSP

El estadio no solo representa innovación en cuanto a procesos de construcción y diseño utilizados en Latinoamérica, sino que también busca ser un referente en sostenibilidad ambiental.

"La sostenibilidad fue fundamental en el diseño y construcción del proyecto. Desarrollamos una estrategia integral que incluyó la incorporación de tecnologías y materiales sostenibles, la optimización del consumo de recursos y la minimización del impacto ambiental", comenta Ríos.

El uso de madera, particularmente del glulam o madera laminada, adquiere un rol protagónico en la construcción de este estadio. Entre sus características están el brindar mejor aislación térmica y acústica, tener un excelente ratio resistencia- peso y su importante aporte en sostenibilidad.

"Uno de los requisitos que los ingenieros y arquitectos del proyecto buscaron era generar un estadio respetuoso con el entorno, y en este sentido- es una de las ventajas que tenemos con un material como la madera", explica **Juan Pablo Pereira, managing director CMPC Maderas.**



Juan Pablo Pereira
managing director CMPC Maderas.

"El 34% de los residuos sólidos en Chile provienen de la construcción, así como el 39% de las emisiones de CO₂. La madera no solo genera poco CO₂ en su proceso productivo sino que también compensa con creces esa emisión en la captura que genera en su interior. Cuando reemplazas una tonelada de hormigón por un metro cúbico de madera estás disminuyendo CO₂ y dejando de emitir, porque estás reemplazando a otro material de mayor emisión. Por otra parte, producir una tonelada de ladrillo requiere cuatro veces la misma cantidad de energía que para la madera. Si lo comparamos con el hormigón, es cinco veces más. Respecto al peso, la madera es entre cuatro a cinco veces más liviana que el hormigón, lo que tiene alto impacto porque requieres menos fundaciones", agrega Pereira.

Desde la perspectiva del reciclaje y la economía circular, se mantuvo la estructura original del estadio para disminuir obras, desechos de construcción e impacto ambiental. Todas las butacas y estructuras de acero fueron recicladas y reintegradas al estadio.

Respecto a la energía, el estadio fue diseñado con un enfoque bioclimático para reducir el consumo energético, y se aseguró que el 100% de la energía utilizada provenga de fuentes renovables, además, de instalar más de 400 paneles fotovoltaicos en la cubierta del estadio.

En cuanto al uso del agua, se implementó un sistema de reutilización de aguas grises y recuperación de aguas lluvias para el riego de la cancha, y se cambiará la cancha de pasto natural a sintético, lo que se traducirá en un ahorro de 21.5 millones de litros al año. *"Actualmente, el proyecto registra un 66,5% de avance y se encuentra en finalización de obra gruesa, armando las vigas de la cubierta de la tribuna Mario Lepe y preparando la recepción de las vigas de Livingstone y Fouillioux. Estos hitos son cruciales, dado*



que permitirán continuar los avances en el montaje de la fachada. Durante los próximos meses se avanzará con los trabajos de terminaciones y en el tercer trimestre se iniciarán las obras de la nueva cancha", detalla Ríos.

Estructura y fachada

Los elementos estructurales de glulam están siendo utilizados en las cubiertas de las tribunas Lepe, Prieto, Livingstone y Fouillioux. Las dos primeras están formadas por elementos macizos de GLT, cuyas vigas principales tienen un largo de 17 metros, con alto variable cercano a dos metros. Para las otras, la estructuración es un poco diferente. Son vigas enrejadas estereométricas- de hasta 32 m- que combinan acero y madera, en donde la madera toma un papel fundamental en lo estructural y arquitectó-

nico, ya que se utiliza en los cordones inferiores de estas estructuras para soportar principalmente las cargas de compresión a través de una forma curva bien pronunciada, resaltando la estética y versatilidad del material.

El proyecto contempla en sus cuatro fachadas la disposición de lamas o elementos verticales tipo celosía, las cuales también vienen mecanizadas desde fábrica para simplificar la instalación de herrajes y luminarias. Al igual que en las cubiertas, se utiliza madera preservada con propiedades fungicidas para extender la vida útil de los elementos de madera.



Respecto a los desafíos estructurales, por ejemplo ante los sismos, Pereira comenta que *"la madera es un extraordinario material porque es flexible. Los desafíos vienen más bien por la carga que soporta. Esta madera está clasificada como estructural y cumple con las normas chilenas 2148, 2150, 2165 y la 1198. Además, estas sostienen un peso menor y su diseño tiene un entramado que va conectado, vale decir, no son vigas que juegan solas sino que forman un elemento soportante entre sí que hace que la estructura sea firme y sólida"*.





HITOS DE LA INGENIERÍA

Incendios en la Región de Valparaíso- febrero 2024:

La reconstrucción integral y sostenible como modelo para mejorar la calidad de vida de las personas

Los megaincendios dejaron 135 personas fallecidas y más de 21.000 afectados directamente en sus hogares. Esta catástrofe-considerada la de mayor envergadura de los últimos 14 años- ha sido enfrentada con soluciones e innovaciones en pos de una reconstrucción integral.

Debido al número de personas fallecidas y desaparecidas, y la cantidad de hogares afectados, el incendio fue catalogado como el desastre sicionatural más grave desde el terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010, y se le considera el peor incendio urbano de la historia del país.

Los desastres naturales se han incrementado en cantidad y magnitud a nivel mundial, y en este sentido los avances en prevención y reconstrucción son primordiales. Actualmente el enfoque va más allá de volver a construir, sino más bien "reconstruir mejor", con soluciones ingenieriles y de otras disciplinas que eleven el estándar de las condiciones que había anteriormente.

Para hacer frente a los megaincendios de febrero, el gobierno creó un Comité de Reconstrucción, formado por los ministerios del Interior, Hacienda, Obras Públicas, Vi-

Continúa página siguiente





vienda y Urbanismo, y Agricultura, además de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Cada uno aporta desde su ámbito de acción para enfrentar los desafíos de la reconstrucción con un enfoque integral, social y comunitario.

"Tenemos desafíos técnicos relevantes como, por ejemplo, en sitios donde había un conjunto de viviendas solo se decreta la demolición de algunas, por lo que nos obliga a tener un trabajo de mayor precisión. También tenemos un desafío en el trabajo en las quebradas, donde hay un acceso limitado, y debemos hacerlo de manera manual por la dificultad de llegar con maquinaria", explica **Jessica López**, ministra de Obras Públicas.

El Comité de Reconstrucción elaboró un plan acorde al enfoque anteriormente mencionado. Al respecto, Ignacio Serrano, director ejecutivo de Desafío Levantemos Chile, comenta:

"Siempre el sello de Desafío Levantemos Chile ha sido desarrollar proyectos integrales que dejen las cosas mejor de lo que estaban

antes, por ejemplo, en la reconstrucción del sector de Canal Beagle, hemos avanzado en el análisis técnico y desarrollo de proyecto para reconstruir 106 casas. Estamos incorporando corta fuegos que no existían antes, al igual que medidas de mitigación en el Jardín Botánico. En salud, estamos mejorando capacidades, por ejemplo, con instalaciones de salud mental, que no había. Hemos apoyado a 265 familias con tarjetas de reconstrucción, a los que también brindamos apoyo, junto a 269 emprendedores con herramientas de trabajo".

"Por otra parte, apoyamos con instalaciones modulares en la escuela de Villa Independencia y ahora estamos trabajando en el diseño para la escuela definitiva. También estamos prontos a iniciar obras en cuatro sedes sociales y un nuevo COSAM en Quilpué", agrega Serrano.

El megaincendio de Valparaíso en cifras

Los incendios urbano-forestal afectaron a las comunas de Valparaíso, Viña del Mar,

El futuro se vislumbra complejo y ambiguo,
preparate para transformar contingencias en
oportunidades y enfrentar con éxito el futuro

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS UAI

Excelencia Académica

- 6 magísteres acreditados por la CNA (hasta 9 años)

Internacionalización

- Todos nuestros magísteres tienen la opción de una pasantía internacional en Babson College
- Los magísteres y diplomados en el área de "Project Management" cuentan con membresía del Project Management Institute (PMI)

5 áreas temáticas para elegir:

- Inteligencia Artificial
- Transformación Digital y Data Science
- Ingeniería y Tecnología
- Project Management y Evaluación
- Energía y Sostenibilidad

Conoce nuestra oferta académica. Contamos con más de 90 programas entre doctorados, magísteres, diplomados, certificados y cursos.



Quilpué y Villa Alemana, dejando 135 víctimas fatales, según informó el Comité para la Gestión del Riesgo de Desastres (20 de marzo 2024). El Centro de Información de Recursos Naturales dio cuenta de 11.349 hectáreas destruidas: 427 corresponden a zonas urbanas y 10.921 a zonas rurales.

Hasta el 21 de marzo de 2024, el Sistema de Información Social en Emergencias reportó 8.188 hogares afectados, conformados por 21.229 personas. La ciudad más afectada fue Viña del Mar, con 5.751 hogares y 14.854 personas catastradas, le sigue Quilpué, con 2.319 hogares y 6.070 personas catastradas; y Villa Alemana, con 118 hogares y 305 personas catastradas.

El Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres indicó que el avance en reconstrucción de viviendas de emergencia llega al 65,6% (mayo 2024).

Soluciones e innovaciones en la reconstrucción de viviendas

Una de las innovaciones utilizadas fue el uso de drones para realizar un levantamiento fotogramétrico de las zonas siniestradas. Esto permitió acelerar el proceso de catastro de viviendas afectadas, que suele realizarse con la aplicación en terreno de una ficha.

Respecto a la reconstrucción de viviendas, el plan enfatiza en que "se trabajará en recomponer los sectores con los estándares actuales en lo habitacional, urbano y social, así como en reducir y mitigar las condiciones que permitieron el desastre, orientando una gestión prospectiva del riesgo, que no genere nuevas condiciones de riesgo y fortalezca la resiliencia social, económica y ambiental para el desarrollo sostenible".


Los hitos más complejos de la reconstrucción de viviendas dependen de cada caso. Por ejemplo, para el sector de Canal Beagle, Desafío Levantemos Chile decidió rescatar algunas estructuras:

"Particularmente en este proyecto de Canal Beagle, nos la hemos jugado por salvar las estructuras que quedaron después de los incendios, ya que nos parece que es la mejor solución y no es necesario demoler. Implica un trabajo técnico muy acucioso de revisar casa por casa, incluidos test de laboratorios, para buscar la mejor solución estructural, además de volver a generar planos que no existían", explica Serrano.

El tiempo es una complejidad transversal a la reconstrucción y una de las medidas que responde a esto- contemplada en el plan- son las viviendas industrializadas, solución habitacional que se diseña y fabrica a través de procesos industrializados y cierto grado de automatización, capaz de ofrecer viviendas seguras y sostenibles en tiempo récord, minimizando residuos y uso de recursos. La ejecución es en un lugar distinto al definitivo, para luego ser trasladadas y montadas en el correspondiente. Considera las etapas de mecánica de suelo y levantamiento topográfico- un mes aproximado-, fundaciones -una semana- y ejecución de la obra, tres meses promedio (vivienda tipo certificada por DITEC).



Ignacio Serrano
director ejecutivo
Desafío Levantemos Chile



EXPERTOS EN ESTAQUES ALMACENAMIENTO MULTIPROPÓSITO



35 años desde 1989 somos una empresa de Montajes industriales especializada en el diseño fabricación y montaje de estanques verticales de acero de gran volumen de acuerdo a la norma API 650, montaje de piping y equipos, entre otras capacidades.

UN SERVICIO DISTINTIVO

Ofrecemos especialización y experiencia en proyectos de ejecución de obras civiles, arquitectura y desarrollo de montajes industriales.

FORMACIÓN PROFESIONAL

Desarrollar profesional y económicamente a nuestros trabajadores

AMBIENTE LABORAL SEGURO

Entregar un ambiente laboral adecuado, para que los trabajos se desarrollen en forma segura.

CONSTANTE CRECIMIENTO

Lograr una recompensa económica adecuada que permita mantener un crecimiento constante de la empresa en el tiempo.

CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

Realizar trabajos, teniendo siempre presente el cuidado en no alterar el medio ambiente.

NUESTRA FILOSOFÍA DE TRABAJO

Búsqueda permanente de la satisfacción del cliente cumpliendo sus expectativas en la tareas encomendadas.

BBO

INGENIERIA

📍 Mariano Sanchez Fontecilla 610, Las Condes
☎ (+562) 2634 6752
✉ gerencia@bbo.cl



HITOS DE LA INGENIERÍA CHILENA

Ingeniería e innovación ELT:

El telescopio que revolucionará la astronomía mundial abriendo puertas a lo desconocido

La construcción del telescopio, liderada por el Observatorio Europeo Austral- ESO- ha incorporado complejas soluciones ingenieriles e innovaciones que permitirán grandes avances para Chile y el mundo en materia de astronomía y ciencias.

En 2018- en Cerro Armazones, en el Desierto de Atacama- se inició el trabajo de fundaciones de la estructura y cúpula del European Extremely Large Telescope (ELT), el telescopio óptico infrarrojo más grande del mundo, cuya fecha de inauguración se estima para finales de esta década.

El telescopio- de 3.700 toneladas- tiene un diseño óptico inusual, basado en un novedoso esquema de cinco espejos que entrega no sólo una calidad de imagen excepcional, sino también un campo de visión relativamente amplio. Su espejo primario de 39 metros, conformado por unos 800 segmentos hexagonales, lo convertirá en el telescopio óptico e infrarrojo con el espejo más grande del mundo, permitiendo una precisión de alineación de decenas de nanómetros (10.000 veces más fino que un cabello humano) en todo su diámetro. Por otra parte, el ELT cuenta con un innovador diseño de sus espejos, que incluye una óptica adaptativa avanzada para corregir las turbulencias atmosféricas.

Actualmente, el telescopio registra un 65% de avance a nivel global y un 75% respecto a

la construcción de la cúpula y de la estructura metálica del telescopio, que es en lo que se trabaja ahora en el sitio. El proyecto cuenta con la participación de 200 trabajadores en terreno y unas 5.000 personas en el proyecto completo.

A inicios de la segunda mitad de este año, se estima el cumplimiento de un importante hito. **Roberto Tamai, director del proyecto de construcción del telescopio ELT**, explica: *"Estamos avanzando con el cierre de la cúpula y con la construcción de la celda para el espejo primario. Ahora trabajamos en la cubierta que se ubica debajo de la puerta de observación, pero el próximo hito será el montaje de las puertas de observación, que será el ítem más alto de la estructura del telescopio, con una altura de 85 m. Se estima para agosto"*.

Sin duda construir esta innovación tecnológica es todo un desafío para la ingeniería a nivel mundial. Según Tamai, lo más complejo es la construcción de ciertos espejos así como el control de la posición de estos donde se reflejará la luz.

"Uno de los ítems tecnológicamente más difíciles en construir son los últimos espejos del telescopio. El M5, que parece el más sencillo, es el más difícil porque es un espejo plano, elíptico y liviano, de 2.7 x 2.3 metros en tamaño y 40 cm de grosor, que tiene un movimiento muy rápido que al realizarse debe

asegurar que la cara no se deforme. Entonces, necesitamos obtener esa estructura, donde además hay que aplicar una capa que se pueda pulir para dejar la superficie muy lisa y así reflejar sin perturbar la luz. No está demás decir que no existen hornos en donde se puedan hacer espejos de las dimensiones que tiene el ELT, entonces está hecho en seis piezas que hay que pegar y luego pulir", explica.

Por otra parte, no es menor que el procedimiento para construir el espejo primario también tiene su complejidad, dado que está hecho de 798 segmentos dispuestos en una superficie óptica donde hay que ubicarlos en fase, según las posiciones de todos esos espejos, considerando factores como el viento, la gravedad y la deformación térmica de la estructura metálica, que hacen muy difícil el procedimiento.

El impacto para Chile y el mundo

El ELT podrá obtener imágenes con una nitidez 15 veces superior a la del Telescopio Espacial Hubble de NASA/ESA, lo que permitirá hacer importantes avances en ciencia y astronomía a nivel mundial.

Contar con un mayor tamaño de los espejos abre un mundo de posibilidades, incluso, acercarse más a encontrar vida en otros planetas.

"Con estos telescopios extremadamente grandes- como el ELT y el GMT, que se está construyendo en Coquimbo y cuyo espejo más grande medirá 25 m de diámetro- ganamos en colección de fotones, o sea ver objetos más débiles, como estrellas o galaxias más lejanas, lo que nos permite acercarnos más al pasado. Además, podremos observar cuerpos celestes que ya hemos detectado, pero con más detalles. Por otra parte, si tengo dos estrellas muy cercanas, con un telescopio más grande puedo verlas separadas. En este sentido, el salto en tamaño tiene que ver básicamente con la mayor capacidad de sensibilidad, así como de separación y resolución espacial, lo que abre un mundo de

*posibilidades de hallazgos científicos para que podamos- ojalá- buscar vida en otros planetas", detalla **Bruno Dias, presidente de la Sociedad Chilena de Astronomía (SOCHIAS).***

Respecto a la astronomía, el aporte de la ingeniería tiene un papel muy importante, dado que al final de la década, con la construcción del ELT, el GMT y un tercero, Chile se convertirá en el epicentro de la astronomía mundial.

En línea con lo anterior, si se suman las áreas de los telescopios en todo el mundo, ópticos e infrarrojos, Chile va a albergar más del 50%. Actualmente, existen más de 30 países que tienen telescopios en el país.



Bruno Dias
presidente de la Sociedad Chilena
de Astronomía (SOCHIAS).

"Actualmente, la astronomía en Chile está creciendo bastante en lo que se ha llamado astroingeniería, desarrollando la parte científica e instrumental. Nuestros próximos pasos están enfocados en el desarrollo de instrumentación astronómica en suelo chileno, por lo que estamos caminando juntos con la ingeniería, trabajando de la mano porque el desarrollo se logra en colaboración", comenta Dias.

ENTREVISTA

Jessica López, ministra de Obras Públicas:

“Nuestro compromiso es avanzar en la creación de infraestructura que no solo resista los desafíos del cambio climático, sino que también se adapte y evolucione con ellos”



La ingeniera comercial entrega detalles sobre los principales proyectos de obras públicas en Chile, explica las medidas para abordar los desafíos del cambio climático, y se refiere a los avances de la reconstrucción tras los incendios en Valparaíso. Finalmente, comenta cómo se están enfrentando las brechas de género tanto en el ministerio como en rubros tradicionalmente masculinizados.

Respecto a la agenda de proyectos 2024 del ministerio, se ha dado prioridad a integración territorial y conectividad vial, con un equivalente al 62% del presupuesto destinado. ¿Por qué se decidió destinar mayores recursos a conectividad vial y cuál es el estado de avance de dichos proyectos?

Históricamente el grueso del presupuesto se ha destinado a lo que denominamos obras para la conectividad (camino, rutas estructurantes, aeropuertos, puntos de posada, obras portuarias, entre otros). Para este año, de nuestro presupuesto de inversión de 3.58 billones de pesos, el 72,3% está destinado a obras para la integración territorial y conectividad, lo que equivale a más de 2.5 billones de pesos.

Por otra parte, en nuestro plan de licitaciones de Concesiones 2023-2027, más del 90% de las inversiones son para este tipo de obras, con un total de USD 20.504 millones.

Como país hemos avanzado de manera importante en tener un eje estructurante (Ruta 5) con altos estándares. Sin embargo, hoy aún más del 50% de nuestros caminos son de ripio y es ahí donde tenemos que avanzar. Por una parte, con el plan de licitaciones de Concesiones trabajaremos por mejorar los estándares de la Ruta 5 y avanzaremos en este eje estructurante desde Arica hasta Chonchi, en la Región de Los Lagos; también en mejorar las condiciones de nuestros aeropuertos, y a través de inversiones directas del MOP avanzaremos en la vialidad rural, en obras portuarias, puntos de posadas, entre otros.

A modo de ejemplo, este año invertiremos MM\$ 275.000 en el Programa de Mejoramiento de Caminos Rurales; avanzaremos en una cartera de 16 proyectos en la Ruta 7 en Palena y Aysén, que suman la pavimentación de 140 kilómetros; entregaremos cuatro nuevas barcasas para mejorar

Continúa página siguiente



la conectividad lacustre en los lagos General Carrera y O'Higgins (Aysén) y dos en lago Ranco (Los Ríos), y mejoraremos la red primaria de aeropuertos por un total de MM\$ 138.000.

En abril de este año, usted participó en el plenario sobre “Infraestructura resiliente para el Cambio Climático”, organizado por la OCDE. En el evento, se destacó la necesidad de realizar una inversión global de US\$6,9 billones al año 2030 para enfrentar los impactos del cambio climático. ¿Cómo se está preparando Chile- desde el ámbito de acción que le confiere al MOP- para llegar a esta meta?

Efectivamente nuestro país es extremadamente vulnerable al cambio climático. Si miramos la información de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, tenemos siete de los nueve factores de riesgos presentes en Chile.

En respuesta a las lecciones que hemos sufrido los últimos años, estamos avanzando en adaptar nuestra infraestructura y edificación pública a los impactos del cambio climático. Esto implica un compromiso firme con el desarrollo de nuevas metodologías de diseño que incorporen un clima más adverso y también más extremo y fluctuante.

Actualmente, el ministerio está enfocado en la reconstrucción de la zona central del país, desde una perspectiva de resiliencia. Por ejemplo, estamos desarrollando un análisis con el equipo de puentes de la Dirección de Vialidad, que permitirá que los puentes con daños estructurales luego de las precipitaciones intensas en la región del Maule, sean reconstruidos considerando un diseño preparado para resistir caudales futuros estimados desde proyecciones climáticas, además de incorporar tecnología en el monitoreo de vanguardia en nuestras estaciones de la DGA.

Tenemos obras, diseños de infraestructura, pilotos y ejemplos que nos han permitido avanzar en esta línea, como el trabajo que se está realizando en Antofagasta en la Quebrada de Bonilla, en la Quebrada de Macul, en el Puente Bicentenario, entre muchos otros.

Mirando hacia el futuro, nuestro compromiso es avanzar en la creación de una infraestructura que no solo resista los desafíos del cambio climático, sino que también se adapte y evolucione con ellos. Es por esto que, en el cumplimiento de la ley marco de cambio climático, el Ministerio de Obras Públicas se encuentra en proceso de elaboración de sus planes de adaptación y mitigación, que establecerán una hoja de ruta para reducir la vulnerabilidad del sector al cambio climático y mitigar sus emisiones. Esto se realiza con la participación activa de distintos actores, tanto del sector público como privado, la academia, y las comunidades.

Las proyecciones climatológicas advierten que en las próximas décadas el país será más cálido y seco, parecido a lo que la zona centro-sur ha experimentado en los últimos años de megasequía. Desde el ámbito de acción del MOP, ¿qué medidas se están trabajando a corto y mediano plazo para hacer frente a este panorama?

Como ministerio nos estamos preparando para los nuevos escenarios que el cambio climático nos impone, que no son exclusivamente una megasequía o mayor escasez hídrica y aumento de temperatura, sino que también aumento de eventos extremos con sequías que son más pronunciadas, por lo tanto, cambian los regímenes hidrológicos, y también hay eventos de precipitación que son más intensos como los que ocurrieron el año pasado en la región de O'Higgins y en Maule. Entonces tenemos que mirar también esos componentes.

Para enfrentar este escenario, desde el MOP continuamos desarrollando nuestra cartera de inversiones con obras como el Plan de Embalses; nuevas plantas desalinizadoras, donde ya anunciamos una planta desalinizadora en Coquimbo de 1200 litros por segundo, y tres más en la misma región para abastecer los APR, además de pequeñas plantas desalinizadoras para abastecer otros APR del país. Esto fue posible gracias a la modificación legal que permitió al MOP construir obras de infraestructura hídrica multipropósito y no solo para riego, lo que seguramente va a seguir potenciando la construcción de embalses, desalinizadoras y las obras de cauce.

Junto a esto, estamos trabajando en un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Recursos Hídricos y también estamos trabajando en un Plan Nacional de Infraestructura. Entonces, por un lado, están las obras que el MOP construye convencionalmente con un foco específico en las necesidades que estamos viendo hoy, y también hay un trabajo de planificación para el futuro, donde, por ejemplo, está comenzando la planificación de cuencas a través de los planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas.

En lo que respecta a su rol como integrante del Comité de Reconstrucción, creado tras el incendio que afectó a varias localidades de la Quinta Región en febrero de este año. A la fecha, ¿cuál es el estado de avance del Plan de Reconstrucción de Incendios y cuáles han sido los principales desafíos?

Como Ministerio de Obras Públicas tenemos un rol muy acotado en este proceso que es el de la demolición de las viviendas siniestradas. Hasta el 26 de abril, el Ministerio había demolido 437 viviendas, labor que está a cargo de la Dirección de Arquitectura del MOP en la Región de Valparaíso. Sin perjuicio de esto, los propietarios han de-

molido 861 viviendas, lo que determina que a la fecha se haya ejecutado un 56% de las obras de demolición del total.

Respecto a los desafíos, hay varios que hemos debido enfrentar y en los que estamos avanzando. El primero, es un desafío más bien social que tiene que ver con las noticias falsas y desinformación, que en varias oportunidades ha dificultado este proceso. Por otra parte, también tenemos desafíos técnicos relevantes como, por ejemplo, en sitios donde había un conjunto de viviendas solo se decreta la demolición de algunas, por lo que nos obliga a tener un trabajo de mayor precisión. También tenemos un desafío en el trabajo en las quebradas, donde hay un acceso limitado, y este trabajo debemos hacerlo de manera manual por la dificultad de llegar con maquinaria.

Uno de los objetivos de este gobierno- y los que lo han antecedido- es incorporar el enfoque de género. Sabido es que en el mundo de la ingeniería las tasas de participación de mujeres son bajas. En las áreas relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas apenas un 19,7% de quienes se matriculan en primer año de educación superior son mujeres (MINEDUC). ¿Cómo ha incorporado el Ministerio de Obras Públicas el enfoque de género y cómo ha sido su experiencia considerando que es la segunda mujer en liderar este ministerio?

Según datos de la OIT, la construcción es el sector más desequilibrado en cuanto a género: las mujeres representan en promedio un 7% a nivel mundial. En este ámbito altamente masculinizado, en el ministerio contamos con un promedio de contratación de mano de obra de un 9% de mujeres y la región que destaca por su mayor nivel de empleo es Los Lagos con un 14,2% de mujeres en obras (según datos de las contrataciones de empresas ejecutoras de obras del Visor de Empleo de la Dirección General de Obras Públicas).



UNIVERSIDAD
MAYOR
para espíritus emprendedores

Postgrados

REINVENTARSE, ES POSIBLE

DESCUBRE NUESTROS PROGRAMAS DE POSTGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUA



Más de 20 años de trayectoria.



Más de 20.000 estudiantes egresados.



1.300 académicos con postítulos.



Infraestructura de primer nivel.



Sedes Santiago y Temuco.



Programas en diferentes modalidades:
Presencial, blended (semipresencial)
y 100% online.

Más Información:

postgrados.umayor.cl

contacto.postgrado@umayor.cl

**ADMISIÓN
ABIERTA**

suMate
A LA TRANSFORMACIÓN MAYOR



5 años
Universidad
acreditada

UMAYOR.CL - 600 328 1000
UNIVERSIDAD MAYOR ACREDITADA NIVEL AVANZADO
Gestión Institucional - Docencia de Pregrado -
Vinculación con el Medio - Investigación
Por 5 años, hasta octubre de 2026

MSCHE
MEMBER OF THE
COMMISSION ON
HIGHER EDUCATION
www.msche.org/institution/9172/

Para aumentar esta cifra, estamos trabajando en varias líneas de acción: en los cambios normativos que se realizaron al DS75 a comienzos de abril, destaca que a contar de ahora se les va a instruir a las empresas contratistas que declaren que al menos el 10% de su dotación sea contratación femenina, la idea es avanzar en poner el foco en el tema y efectuar un seguimiento para el cumplimiento normativo. Así también estamos incorporando la perspectiva de género en espacios públicos, para que aeropuertos, autopistas, edificios públicos y sistemas de aguas potable rural, sean diseñados y proyectados haciéndose cargo de inequidades, brechas y barreras existentes. De igual forma, también tenemos la misión de que la gestión responsable del recurso hídrico no excluya a cientos de mujeres que permiten día a día que sus comunidades cuenten con agua potable rural.

En esa misma línea, se actualizaron las Bases de Prevención de Riesgos para Contratos de Obras Públicas, con Perspectiva de Género, lo que da una clara línea de cómo

las empresas contratistas del MOP, deben asegurar el buen trato con ambientes libres de violencia, cuidado y resguardo de la salud ocupacional. Se están realizando habilitaciones en regiones sobre esta materia y también, se incluirá la actualización del convenio N°190 y la Ley Karin en los procedimientos y en el Reglamento de Orden, Higiene y Seguridad del MOP, cuyo énfasis es promover la igualdad.

Además, estamos trabajando en la política de género del ministerio, en donde buscamos incorporar la transversalización de género, avanzando en el fortalecimiento institucional de los objetivos estratégicos y gestión interna del ministerio. Asimismo, las Direcciones MOP están realizando los concursos para acceder al sistema de teletrabajo, que enfatiza la labor de cuidados y corresponsabilidad entre personal MOP. Actualmente estamos lejos de la paridad, pues el 35% de nuestra dotación son mujeres, aunque hemos avanzado de manera importante en contar en los cargos de alta responsabilidad con mujeres.



ENTREVISTA

Evelyn Matthei, alcaldesa de Providencia:

“El aporte de los ingenieros es fundamental para afrontar el crimen organizado que actualmente existe en nuestro país”



La licenciada en economía y probable candidata presidencial 2025 se refiere a las estrategias para mejorar la inversión en nuestro país; destaca lo primordial que es el combate al crimen organizado y las soluciones que aporta la ingeniería en esta materia. Finalmente, comparte su experiencia personal y como alcaldesa para hacer frente a la brecha de género en ingeniería y otras disciplinas.

Desde los últimos años, la confianza de la inversión extranjera en Chile ha sido fluctuante, con tendencia a la baja. Si bien este primer trimestre se observó un alza en la inversión extranjera, por ejemplo, según datos de InvestChile, existen otros

indicadores- como el Índice de Confianza Kearny- en donde no apareció ningún país latinoamericano.

¿Qué medidas se deberían tomar para recuperar y mejorar la confianza en la inversión extranjera?

La inversión extranjera requiere estabilidad en las reglas del juego, puesto que los plazos para la recuperación del capital invertido generalmente son largos. La estabilidad que se requiere es política, social y económica, incluyendo el derecho de propiedad, una justicia predecible y normas tributarias estables. Los grados de seguridad de un país obviamente también influyen fuertemente. En lo político, la existencia de 22 partidos y



los dos recientes fracasos en la búsqueda de un acuerdo constitucional son poco auspiciosos. Es una gran pena que habiendo existido una propuesta consensuada para el segundo proyecto constitucional, se haya terminado rechazando. Desgraciadamente, no es fácil lograr que se modifique el sistema electoral desde el Congreso, puesto que afectaría a muchos incumbentes.

En materia de derechos de propiedad y justicia predecible, la pasividad de nuestros tribunales ante las tomas de terrenos y faenas, así como la revisión judicial de permisos administrativos que se suponían definitivos, no contribuyen en absoluto. En materia tributaria, lo ideal sería volver a tener un régimen similar al DL 600, que dio garantías a las empresas



extranjeras en el mediano y largo plazo. Por otra parte, la seguridad ciudadana puede influir negativamente en la inversión extranjera si no se detiene el avance del crimen organizado y de los ataques terroristas en el sur.

En abril pasado, usted asistió a la ceremonia de inicio de año académico de Ingeniería Comercial de una universidad chilena, en donde expuso que “una de las grandes prioridades para mejorar la estabilidad del país y llamar a nuevas inversiones es la seguridad pública”.

En este sentido, ¿cómo se debe afrontar el crimen organizado que actualmente existe en nuestro país?

La lucha contra la delincuencia y el crimen organizado tiene muchas aristas diferentes: el cuidado de fronteras, expulsiones de delincuentes extranjeros, sistema carcelario que aisle a los cabecillas, confiscación de dinero y bienes mal habidos, inteligencia e intercambio de información con gobiernos extranjeros, inteligencia financiera, rehabilitación de reos primerizos, prevención en escolares con sistemas de alerta ante el ausentismo escolar, prevención en barrios de los cuales provienen muchas personas privadas de libertad, redes interconectadas de



cámaras con analítica, seguridad de puertos y aeropuertos, protección de funcionarios de instituciones críticas en el combate al crimen organizado, detección de corrupción en esas instituciones, fiscales y jueces especializados que cuenten con profesionales necesarios para detectar transferencias de dinero, comunicaciones, etc. Es decir, no existe una sola medida que nos pueda llevar al éxito, sino que debe analizarse cada parte de un sistema que es complejo e interrelacionado. En esto, el aporte de los ingenieros es fundamental, pues son especialistas en la descripción, análisis, diseño, ejecución y control de procesos. Entienden que esto es una cadena, en que se debe cuidar, trabajar y fortalecer cada eslabón. Porque la cadena es tan fuerte como el eslabón más débil. Tenemos que trabajar en forma seria y sistemática en todas las etapas en que podemos prevenir, pesquisar, perseguir y debilitar a estas organizaciones. Para ello, los ingenieros, la tecnología, la data y la Inteligencia Artificial son claves.

El aporte de ingenieros y otros profesionales en telecomunicaciones, análisis de datos y la IA, así como innovaciones en armas y protecciones para las policías, son temas muy relevantes para la actual crisis de seguridad en Chile, uno de los temas cruciales en su programa de gobierno.

¿Cómo plantea cubrir la alta inversión que requiere hacer frente de manera eficiente y oportuna al crimen organizado?

La Comisión Fiscal Autónoma ha señalado claramente que Chile ha llegado ya a un límite del endeudamiento. Nuestra deuda asciende a un 40% del PIB. Estamos pagando más de 4.000 millones de dólares anuales en intereses, y esta cifra va a aumentar, dado que deudas antiguas están venciendo y van a tener que ser renovadas con tasas de interés más altas. Lo ideal sería que nuestro país retome el crecimiento. Cada punto de crecimiento aporta 700-800 millones de dólares extras de recaudación, mientras ello no ocurra, el financiamiento de los recursos humanos y de la tecnología necesaria para enfrentar el crimen organizado tendrán que provenir de la reorientación de recursos, desde programas que no están contribuyendo suficientemente al bienestar de los chilenos hacia la seguridad ciudadana.

En diferentes medios de comunicación usted ha destacado que- además de la seguridad- la educación y la salud son prioritarios para que Chile crezca y sea un país próspero.

¿Qué modelo de desarrollo propone para el país y cómo aportaría en mejorar la educación y salud?



En materia de salud es necesario disminuir las listas de espera. Hay evidencia de una gestión muy mediocre en el sistema público de salud, y hay experiencias exitosas que demuestran que mejoras en la gestión tienen efectos importantes en la reducción de las listas de espera. Por otra parte, las licencias médicas falsas o fraudulentas están significando un gasto sideral. Nuevamente, la gestión de cada etapa de diversos procesos que son complejos, requiere buenos profesionales, buena tecnología, buen manejo de datos. Si somos responsables y acuciosos, podríamos ahorrar muchos recursos que se están malgastando en licencias médicas falsas y se podría dar muchas más atenciones con la infraestructura actual o con aumentos razonables de recursos. Ahora, es imposible no mencionar que durante el próximo año y medio puede producirse la quiebra de varias ISAPRES, lo que pondría mucho mayor presión al sistema. La salud bucal y mental deberían tener avances importantes. Desgraciadamente, está todo supeditado a la existencia de los recursos necesarios, los que están sumamente escasos debido al deterioro en el crecimiento de nuestro país.

En materia de educación, lo más prioritario, a mi juicio, es mejorar el aprendizaje y aumentar la inversión que mayor retorno social tiene, que es en la primera infancia. Existen muchos estudios, sobre todo del premio Nobel James Heckman, en que se demuestra que la inversión que se hace a más temprana edad es la que mejores resultados tiene para el resto de la vida.

Por otra parte, la velocidad y la comprensión lectora son esenciales y debieran lograrse a lo más en cuarto básico. El dominio de las cuatro operaciones básicas de matemática debiera darse a lo más en quinto básico. Hoy, después de 12 años de escolaridad, un porcentaje importante de egresados del sistema escolar no entienden lo que leen y

no dominan las cuatro operaciones básicas, lo que es una vergüenza nacional. En Providencia hemos tenido proyectos que nos han dado muy buenos resultados, que consisten en un tutor particular, tres veces por semana, 20 minutos cada vez, para los niños más atrasados en el aprendizaje durante los primeros cuatro años de enseñanza básica. El gasto, que más bien es una inversión, es abordable y la mejora en los resultados es importante. Si no logramos que nuestros niños y adolescentes entiendan lo que leen y tengan un manejo matemático básico, nuestro país se irá quedando cada vez más atrás respecto de los países más desarrollados.

La ingeniería chilena ha buscado avanzar en el aporte de soluciones que estén a la vanguardia con la innovación y tecnología mundial. Por ejemplo, incorporando la sustentabilidad en la construcción de obras como las nuevas líneas de Metro y el nuevo estadio de Universidad Católica. En cuanto al uso de datos e IA, ha aportado con soluciones tecnológicas a Fiscalía optimizando la investigación y resolución de casos.

Pese a estos avances, a su juicio, ¿cuál es la mayor debilidad que enfrenta el país en materia de ingeniería?

La mayor debilidad que enfrentamos en materia de ingeniería no está en la formación de los ingenieros, tampoco está en el número de ingenieros, está básicamente en solicitar lo que se requiere, en hacer la arquitectura de los proyectos prioritarios y pedirles a los ingenieros que los desarrollen. Cada vez que nosotros hemos necesitado resolver algún problema hemos obtenido una solución absolutamente razonable y satisfactoria. Hemos recurrido a ingenieros que nos ayudaron a diseñar licitaciones complejas, que estudiaron procesos que queríamos alivianar, que desarrollaron un software que nos permitió integrar distintas informaciones para que un operador

podiese despachar al patrullero más cercano ante una emergencia, mantenerse en contacto con la víctima, guiar al patrullero, solicitar refuerzos, poder usar el teléfono de la víctima como una cámara, entre otros. Sólo puedo señalar que todo lo que hemos necesitado lo hemos podido obtener de la ingeniería nacional. El problema está con los mandantes, con aquellos que debemos entender qué procesos requieren ser mejorados y saber cómo solicitar soluciones, no con los ingenieros.

Tanto el gobierno actual como los anteriores han incorporado el enfoque de género e inclusión como medida prioritaria en sus programas. Podemos decir que a nivel cultural y social existe una tendencia a que las mujeres se desarrollen profesionalmente en áreas que no están relacionadas con la ingeniería. Por ejemplo, desde los 15 años, las niñas chilenas se autoperciben como peores que sus pares varones para las matemáticas y ciencias (OCDE 2018). En este contexto, ¿hacia dónde debe apuntar la perspectiva de género- tanto en ingeniería como en otras carreras con baja participación de mujeres- para ir cerrando brechas?

Para cerrar brechas en matemáticas, ciencias e ingeniería, nos tenemos que preocupar de la formación durante los primeros años de educación. Las matemáticas pueden ser entretenidas. Deben ser entretenidas. Cuando fui profesora de matemáticas enseñé probabilidades con varios set de cachos y dados. De esa manera, las probabilidades pasan a ser una experiencia, lo que permite mayor comprensión, pero también mayor retención de lo aprendido.

Para mí es esencial que se demuestre lo útil que son las matemáticas en la vida cotidiana. Si se le pide a los alumnos diseñar una escalera que sea segura y cómoda circunscrita a un área y una altura determinada, van a aprender mucho más que escribiendo en

el pizarrón fórmulas que resultan tediosas y estériles. Si se les pide que adapten una receta para un número "x" mayor o menor de comensales, van a entender intuitivamente las proporciones y la regla de 3.

Hay un sesgo cultural, en que a las niñas se les regalan muñecas y se les inicia en las labores de cuidado, mientras a los niños se les regalan Legos y aprenden a construir. Como todos los sesgos culturales, el cambio es lento. Puede acelerarse destacando a mujeres que han obtenido logros en matemáticas, ingeniería, robótica, inteligencia artificial, astronomía, etc. Creo que ese tipo de inspiración sirve mucho, porque abre puertas, porque permite a niñas y adolescentes entender que ahí hay un futuro entretenido, probablemente bien remunerado y que ellas pueden lograrlo. Aún hay un enorme camino que recorrer.



ENTREVISTA

Richard Weber

Las innovadoras soluciones tecnológicas, basadas en IA y análisis de datos, para resolver casos de robo a viviendas



Richard Weber, académico del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile e investigador del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI), comenta sobre las herramientas desarrolladas en base a IA y análisis de datos, actualmente usadas por Fiscalía para casos de robos a viviendas, aportando en la optimización del tiempo de investigación y captura de delincuentes.

Corría el año 2018 y Richard Weber- junto con su equipo de trabajo y Fiscalía- comenzaron a trabajar en modelos matemáticos que permitieran optimizar el proceso de investigación del crimen organizado contra la propiedad. Fruto de este esfuerzo colaborativo desarrollaron dos soluciones tecnológicas; una red social, que permite identificar a los posibles integrantes de una banda criminal; otro, basado en IA, que se aplica a los testimonios de las víctimas- generalmente erráticos e imprecisos- realizando una interpretación del relato que permite reducir los tiempos de la investigación, entre otros beneficios.

¿Cómo surgió la idea de crear estas soluciones tecnológicas?

Empezamos a trabajar- hace seis años- con el Ministerio Público, con una tesis de ingeniería industrial, y entonces nos dimos cuenta del potencial que tenía. Luego, por el año 2020, postulamos a un Fondef, nos adjudicamos el proyecto y empezamos a trabajar junto con académicos de tres universidades, el Ministerio Público y SOSAFE. La idea era desarrollar modelos para investigar mejor el crimen organizado contra la propiedad. Durante el proyecto empezamos a trabajar con distintas técnicas, una de ellas es la inteligencia artificial, la que empleamos para analizar lenguaje, como el chat GTP, pero más sofisticado; y lo otro que trabajamos en paralelo es una red social que permite identificar posibles integrantes de una banda. Ambos sistemas funcionan en forma independiente. Inicialmente pensamos que iba a ser otro proyecto académico más terminado en una publicación, pero tuvo un gran éxito que no esperábamos. Con el apoyo de Fiscalía pudimos llevar a cabo el sistema, instalarlo en sus dependencias y actualmente lo aplican para el crimen contra la propiedad.

¿Cómo funcionan estas soluciones tecnológicas en la práctica?

En el caso del sistema que usa IA se aplica en los testimonios de las víctimas, los que suelen ser erráticos y poco precisos. El sistema permite analizar esos relatos e interpretarlos ahorrando tiempo en la investigación y disminuyendo márgenes de error. En el caso de la red social, si, por ejemplo, un grupo de seis personas entran a robar a una casa y la policía logra capturar al menos a

"LA IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA EN LA SOSTENIBILIDAD Y LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA"



Volcán a través de su área de especificaciones, técnica y comercial provee soluciones constructivas a través sistema BIM que permite el desarrollo y control de proyectos de manera colaborativa con el mandante y distintos especialistas, incorporando productos con características sostenibles, con declaración ambiental de productos y certificación de soluciones constructivas., con esto se logra una reducción de residuos y una mejor eficiencia energética, minimizando el impacto ambiental de la construcción tanto en la ejecución del proyecto como en su operación.

Los ingenieros juegan un papel fundamental en la sostenibilidad, son responsables de diseñar y desarrollar tecnologías que minimicen el impacto ambiental, como sistemas de energía renovable, procesos de producción más limpios y sistemas de gestión de residuos eficientes.

Por otro lado, la ingeniería sostenible busca maximizar la eficiencia en el uso de recursos naturales, energía y materiales. Esto implica el diseño de productos y procesos que minimicen tanto el desperdicio como la contaminación.

Los ingenieros están constantemente buscando nuevas soluciones para los desafíos ambientales y sociales. Esto puede implicar el desarrollo de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial para optimizar la gestión de recursos o la producción de materiales sostenibles.

En la actualidad, tenemos la necesidad de construir infraestructuras que sean capaces de resistir los impactos del cambio climático y otros desastres naturales. Esto requiere el diseño de edificaciones resistentes a terremotos y obras que permitan la adaptación y/o mitigación de efectos originados en el cambio climático.

Los ingenieros desempeñan un papel significativo al educar a la sociedad sobre la importancia de la sostenibilidad y cómo pueden contribuir a ella a través de sus decisiones de diseño, consumo y estilo de vida. Asimismo, la ingeniería cumple un papel crucial al buscar soluciones innovadoras y sostenibles para enfrentar los desafíos ambientales y sociales de nuestro tiempo.



Los ingenieros contribuyen al establecimiento y cumplimiento de estándares de calidad y seguridad en la producción industrial, garantizando que los productos sean seguros, confiables y cumplan con las regulaciones aplicables.

Hoy en nuestro país se está avanzando hacia la construcción industrializada, para esto se requiere una infraestructura sólida y confiable, incluyendo instalaciones de producción, redes de transporte y sistemas de energía.



uno de ellos, podemos aplicar el modelo. Este nos da indicios de quienes pueden ser los posibles integrantes de la banda.

Nosotros aportamos antes del proceso penal en identificar a posibles integrantes de una banda a través de la red social y, una vez capturados, apoyamos con la segunda herramienta que usa IA.

¿Cuáles fueron y son los principales desafíos para desarrollar estas herramientas?

Al inicio fue crear confianza con el equipo y en este caso fue mayor aún el desafío porque se juntaron mundos muy distintos. Hemos hecho consultoría para ingenieros comerciales en la banca, ingenieros industriales en otras áreas y distintas empresas pero con formación de ingeniería, entonces era mucho más fácil generar confianza. En este caso, entramos a trabajar con abogados y fiscales, con otra forma de pensar y operar, en donde para ellos el tema de la IA era muy nuevo. El segundo desafío fue entender el oficio, que para nosotros era completamente distinto; en síntesis, implicó entendernos mutuamente. Luego estuvieron los desafíos de la construcción de los primeros modelos que no daban buenos resultados. Actualmente, existe mucha demanda en el Ministerio Público, son muchos los fiscales que quieren usar el sistema. Entonces, ahora el desafío es brindar capacitación y apoyo para asegurar un buen uso del sistema.

¿Cuáles son los próximos pasos?

En la parte informática, el objetivo que tenemos ahora es llevar el sistema- actualmente en un computador- a la nube. Tenemos un gran avance y muy pronto podremos contar con el sistema en la nube de Fiscalía. Así, todos los fiscales tendrán acceso al sistema a través de internet. Lo otro que queremos hacer es exportarlo fuera de Chile.

A nivel general, ¿hacia dónde debería avanzar la inteligencia artificial y el uso de datos?

Es primordial una mayor capacitación, no sólo en la universidad. Deberíamos empezar con formación y capacitación en los colegios. Tanto la IA como el uso de datos tiene que ser mucho más común porque todavía es un tema de expertos, donde somos pocos los que hablamos en esos términos, habiendo tanto potencial en todos los ámbitos; necesitamos muchos más profesionales capaces de entender esta tecnología y su limitación, porque las herramientas de la IA tienen muchas limitaciones. Otro tema es la comunicación de los resultados y de lo que estamos haciendo, mostrando los potenciales y limitaciones. Hacer difusión e intercambio de conocimiento es clave para estar al día con los avances e innovaciones.

¿Cuáles serían las limitaciones que tiene la IA y el uso de datos?

Por ejemplo, los sesgos que tienen los sistemas (y los humanos también). La diferencia en la IA es que los sesgos son sistemáticos y si no sabemos cómo detectarlos y corregirlos, el sistema siempre los va a aplicar. Esos sesgos pueden ser de mayor o menor gravedad, por ejemplo, al hacer una campaña de marketing y equivocarse con algunos clientes a quienes no les llega la campaña, no es tan grave como en juicios en donde hay víctimas; aquí sí puede ser muy grave equivocarse. También está el tema de la ética en el trabajo con datos, así como la privacidad y confidencialidad en el manejo de estos, que son desafíos constantes.



ENTREVISTA

Eduardo Costoya

Presidente de la Comisión de Telecomunicaciones Colegio de Ingenieros

El valioso aporte de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros y de Eduardo Costoya para la investigación y resolución de delitos



El presidente de la Comisión de Telecomunicaciones del CI comenta sobre el programa que ha aportado en la resolución de importantes delitos en Chile. Actualmente, es una valiosa herramienta utilizada por la PDI, Carabineros y Fiscalías, disminuyendo tiempo de trabajo y margen de errores.

Tras el homicidio de Aldo Caiozzi- empresario chileno asesinado en enero de 2018- Costoya junto con el consejero de la Comisión de Telecomunicaciones- el ingeniero Nicolás Jorquera- empezaron a trabajar en

una solución tecnológica para comprobar que los teléfonos celulares de los imputados estuvieron en determinado lugar y momento, en un radio que incluía el lugar donde se llevó a cabo el homicidio.

¿Qué problema resuelve esta solución tecnológica?

Esta solución tecnológica proporciona información sobre en qué lugar o lugares estuvieron el o los teléfonos investigados en el momento del suceso, así como sobre las trayectorias realizadas pre y post suceso. Cuando se ha producido un hecho que la policía investiga, la Fiscalía solicita al juez de garantía autorizar a los operadores de telefonía celular para enviar los datos de los teléfonos investigados, por ejemplo, las conexiones involucradas. Pero todo ese proceso es posterior, ya sea un día después o un año luego de ocurrido un suceso.

Se desarrolló un método que permite no solamente ubicar dónde uno o más celulares han estado conectados a una celda, sino que a varias celdas, de manera que se pueden intersectar las coberturas individuales, disminuyendo el área de las ubicaciones posibles del móvil hasta llegar a determinar áreas más reducidas que la conexión a una sola celda. En el caso de Caiozzi, esa área se redujo a sólo dos manzanas y en una de ellas se encontraba el lugar del suceso. Es importante destacar que este método no resuelve casos. Su mayor aporte es ahorrar tiempo para el investigador y reducir el área donde se encontraría el teléfono.



¿Cómo surge la idea de desarrollar una solución tecnológica de georreferenciación?

Esta solución la empecé a desarrollar en septiembre de 2018, tras el homicidio de Aldo Caiozzi. El inspector de la PDI a cargo de la investigación -junto con la fiscal- habían resuelto el caso. Sabían quiénes eran los culpables, pero tenían el problema de certificar rigurosamente que los imputados habían estado en el sitio del suceso ese día y a esa hora. Entonces, el inspector intuyó que se podía probar mediante las telecomunicaciones y trató de hacerlo, sin avances efectivos. Se decidió a pedir ayuda y recurrió al Colegio. Como presidente de la Comisión de Telecomunicaciones y una vida en esa área, me hice cargo del tema a pesar de ser un tema desconocido para mí. Estuve trabajando largo tiempo en desarrollar el método de superposición múltiple y se hizo todo a mano. Tuve la colaboración de Nicolás Jorquera, quien paralelamente analizó cientos de llamadas haciendo correlaciones, juntando las que correspondían y las que no, entre otras cosas. Finalmente,

la solución demostró su aplicabilidad y en 2019 concurrí al Tribunal con la pericia del caso. Hice la presentación de 96 diapositivas en el juicio y con esas evidencias logré probar que los imputados habían estado en un radio de dos manzanas en el momento del asesinato, y en ese radio estaba la casa de la víctima. Cuando los abogados de la defensa tuvieron la oportunidad de interrogarme, sencillamente declinaron. Los tres imputados (otros dos fugados) fueron declarados culpables, uno de ellos, con presidio perpetuo. Un cuarto imputado fugado fue extraditado desde Brasil y espera juicio; el quinto está en proceso de extradición desde Europa.

¿Cómo evolucionó esta solución de georreferenciación?

Dado el resultado del juicio comenzamos a recibir múltiples solicitudes por parte de las policías, la mayoría de ellas con varias decenas o inclusive centenas de llamadas a analizar. Hasta ese momento la solución tecnológica se realizaba a mano, llamada por llamada. Nos dimos cuenta de que a ese ritmo íbamos a estar haciendo georre-

ferenciación durante el resto de la vida. En ese punto interviene el consejero de la comisión, el ingeniero Marcelo Pandolfo, quien concentró los datos disponibles en un programa que permite georreferenciar en minutos cientos de coordenadas de las radioestaciones junto con sus coberturas, lo que sin el programa tomaría muchas horas e inclusive días, siempre que los datos proporcionados por los operadores sean en cantidad y formato asimilables por un programa automatizado, cualquiera que este sea.



4.- Actualmente, ¿en qué etapa se encuentra el programa?

Desde su creación a comienzos del 2020, el programa- denominado Geocel V1p- ha estado evolucionando hasta un formato y proceso de ejecución estable y más tolerante ante formatos de datos diferentes. Pero un programa no es mejor que quien lo utiliza, por lo tanto, era imprescindible capacitar a los oficiales investigadores. Desde el 2021 he capacitado a un total aproximado de 300 oficiales policiales en la teoría de la "Solución Técnica de Georreferenciación" y posteriormente, entre esos capacitados, alrededor de 150 oficiales, han recibido capacitación en la operación del programa.

Al mismo tiempo estoy participando coordinadamente con Pandolfo en un protocolo de comunicación entre policías, fiscales y operadores, para que cada uno sepa exactamente qué solicitar, y el otro qué proporcionar y en qué formato, garantizando que la información enviada sea la correcta y en un tiempo inferior al actual, permitiendo la máxima eficiencia del proceso. Paralelamente, Pandolfo está trabajando en la versión 2 del Geocel, que incorporará el cálculo utilizando modelos de propagación electromagnética y entregando valores de las señales recibidas, las que son necesarias en algunos casos para mejorar la ubicación de los teléfonos investigados.

Finalmente, en casos en los cuales se requiere un análisis más completo o ciertas características especiales, utilizó el programa "Radio Mobile". A la fecha, seis oficiales policiales han sido capacitados en el Radio Mobile y se proyecta continuar con esta actividad.

Eduardo Costoya Arrigoni

Presidente del Consejo de Ingeniería Eléctrica en Colegio de Ingenieros de Chile A.G

ENTREVISTA

Jeffrey Sachs, asesor del secretario general de Naciones Unidas para los ODS:

“Necesitamos ingeniería para descarbonizar la energía, promover la resiliencia climática y crear plataformas digitales amigables con las personas”



El director del Instituto de la Tierra y profesor de desarrollo sostenible, política y gestión de la salud en la Universidad de Columbia, comenta sobre los principales desafíos en materia de sustentabilidad, expone sus ideas para avanzar hacia la concreción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por Naciones Unidas, y destaca la invaluable labor de la ingeniería para alcanzar la sostenibilidad mundial.

Según la crónica “El programa del secretario general: indispensable para el desarrollo sostenible”- publicada por la ONU- en la actualidad, la principal tarea tanto de Naciones Unidas como el mundo no es establecer nuevos objetivos de desarrollo sostenible sino garantizar la aplicación responsable y basada en la ciencia de los ya existentes.

A su juicio, ¿cuáles han sido las causas de que estos objetivos no se estén concretando con los resultados esperados?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) siguen siendo el marco mundial para lograr el desarrollo sostenible en todo el mundo. Estos expresan los cuatro pilares del desarrollo sostenible: prosperidad económica, justicia social, sostenibilidad ambiental, paz y cooperación globales. Los objetivos se están quedando cortos por tres razones principales. En primer lugar, son complejos y requieren un mayor nivel de planificación gubernamental, con un marco integrado que cubra la educación, la atención sanitaria, la transformación energética, la agricultura sostenible, la sostenibilidad urbana y la transformación digital. En segundo lugar, los ODS requieren una revisión de la arquitectura financiera global, para canalizar fondos a largo plazo (por ejemplo, fondos de pensiones y fondos de seguros) hacia inversiones sostenibles de alta prioridad, por ejemplo, en energía limpia. En tercer lugar, los ODS requieren una mayor cooperación global. Estados Unidos ha estado librando

guerras de "hegemonía", es decir, para mantener su dominio, pero necesitamos que coopere con Rusia, China, África, América Latina y otras regiones. Necesitamos pasar de la confrontación a la cooperación.

En base a la afirmación anterior, ¿cuál es el camino que se debiera seguir para la concreción de estos objetivos?

El primer paso es poner fin a la guerra entre Ucrania y Gaza. Para Ucrania, detener la ampliación de la OTAN y lograr la paz entre Estados Unidos y Rusia. Para Gaza, admitir a Palestina como Estado miembro de la ONU e implementar la solución de dos Estados. El segundo paso es que los gobiernos tengan estrategias integrales de ODS hasta el año 2050, incluida la descarbonización energética, la excelencia educativa para todos, la agricultura sostenible y otras prioridades. El tercer paso es garantizar que las economías emergentes y en desarrollo tengan acceso a financiación en las mismas condiciones

que los países de altos ingresos. El cuarto paso es que las universidades, las empresas y el gobierno colaboren en la creación de grupos empresariales de vanguardia que implementen tecnologías verdes y digitales innovadoras.

En su libro "La era del desarrollo sostenible", su propuesta se encamina a responder cómo promover el crecimiento económico socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible.

En este sentido, ¿cuál es el aporte que realiza la ingeniería para conseguir este propósito?

La ingeniería es fundamental. Podemos decir que el mundo no está dirigido por ingenieros (entre risas). Pensemos en, por ejemplo, Elon Musk, Demis Hassabis, Geoffrey Hinton y otras superestrellas de la ingeniería. Necesitamos ingeniería para descarbonizar la energía, promover la resiliencia climática, crear plataformas digitales ami-



gables con las personas y otras prioridades. También debemos evitar que la ingeniería sea secuestrada por los sectores militar-industriales y las agencias de inteligencia del mundo.

Los desafíos del desarrollo sostenible se intensificarán en los próximos años, en particular porque el cambio climático, el crecimiento de la población mundial y el aumento de la degradación de los ecosistemas constituirán nuevas amenazas.

Bajo este contexto, ¿cuáles son los problemas de mayor urgencia por resolver y qué medidas se debieran tomar para solucionarlos?

Los temas más urgentes son descarbonizar el sistema energético, electrificar el transporte, adoptar una economía basada en el hidrógeno para la industria y el transporte marítimo, crear biocombustibles sintéticos y avanzados para la aviación, poner fin a la deforestación, restaurar tierras degradadas, estabilizar las cuencas fluviales, garantizar la seguridad hídrica y una educación de calidad para todos los niños, incluso a través de nuevas tecnologías digitales y en línea.

Usted ha enfatizado en la importancia del trabajo conjunto a nivel global, ya sea entre estados como entre los diferentes grupos de una comunidad, para encontrar soluciones colectivas a los problemas que se presentan en distintos ámbitos.

En este sentido, ¿cuál es el valor de pertenecer a asociaciones profesionales como por ejemplo el Colegio de Ingenieros?

Necesitamos que nuestras sociedades profesionales asuman los grandes desafíos del mundo. Trabajo con muchos grupos de ingeniería, como IEEE, el Consejo de Ingenieros para la Transición Energética (coorganizado por la UNIDO y la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas), la Comisión de Banda Ancha de las Naciones Unidas (coorganizada por la UNESCO y la ITU) y otros. Estas asociaciones profesionales son de inestimable importancia para agregar conocimientos, establecer estándares, compartir ideas y asociarse entre sectores de la sociedad, por ejemplo, ingeniería con agronomía, salud pública, ecología y economía, para diseñar estrategias integradas para lograr los ODS.



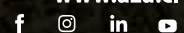
Felices 66 años

Colegio de Ingenieros

El futuro debe edificarse con una visión desde lo ambiental y lo social. Para ello, el acero verde producido por los ingenieros de Aceros AZA, con la menor huella de carbono de la industria en Chile, es uno de los pilares en la construcción sostenible.

AZA
Acero Sostenible®

www.aza.cl



Club de la Unión 1935

Considerado uno de los edificios más elegantes y armónicos de la ciudad, el Club de la Unión empleó tabiques de planchas de Volcánita "machihembradas" para divisiones interiores de Volcán.

SIGAMOS JUNTOS CONSTRUYENDO HITOS DE LA INGENIERÍA EN CHILE

*El talento y la innovación
de los ingenieros Chilenos
han hecho posible estas
obras.*

Centro Gabriela Mistral

Mercado Tirso de Molina



VOLCAN

SOLUCIONES
CONSTRUCTIVAS
SOSTENIBLES

www.volcan.cl