

---

# LA INGENIERÍA NACIONAL, HOY Y MAÑANA

---

La Ingeniería chilena y su futuro



DÍA DE LA INGENIERÍA / 2026



PÁGINA EN BLANCO

---

## Día de la ingeniería 2026

---

La conmemoración del día de la Ingeniería nos lleva a tener una mirada al ejercicio de nuestra profesión a través de las distintas especialidades a las que agrupa nuestro Colegio de Ingenieros, las cuales constituyen su principal riqueza, ya que permite delinear los principales desafíos que enfrenta hoy nuestro país desde el punto de vista de la Ingeniería.

Esta, una mirada amplia y profunda, se centra en ámbitos diversos de la actividad nacional y abarca las urgencias del país en especial en la resiliencia y sostenibilidad de los procesos industriales y la transformación basada en la evolución de los sistemas productivos. La incursión vanguardista, necesaria en la Ingeniería actual, debe proponer y liderar los avances técnicos del mundo de hoy; la conectividad del territorio es primordial para posibilitar un desarrollo económico robusto, así como también la integración del estado y el gobierno es una condición necesaria para generar y establecer una política pública que responda con solidez a las necesidades de la población.

Las ideas recogidas en este documento están propuestas de forma que sean una referencia para enfrentar las tareas de la Ingeniería, apoyadas en una rigurosa formación profesional.

Es de naturaleza cierta que este ejercicio diario necesita de una sólida base moral y, por tanto, de la aplicación de códigos éticos bien definidos, de manera que resuelvan los problemas con planteamientos nítidos y confiables.

Es importante detenerse a analizar el impacto de hechos imprevisibles hasta un tiempo atrás, ello es el cambio climático el cual afecta y amenaza las bases del desarrollo de la humanidad. También la irrupción de tecnologías disruptivas que proponen una innovación en la manera de enfrentar y resolver los problemas que la técnica debe enfrentar, en este aspecto, la IA nos muestra un camino fascinante, pero que también encierra insospechadas y oscuras amenazas.

Para el desarrollo real de la Ingeniería hoy y en el futuro, el ámbito normativo técnico bien realizado es imprescindible para establecer que las bases de los procesos y obras propuestos sean sólidas y permitan una debida comparación e integración.

La planificación del uso y explotación de los recursos hídricos se tratan de manera exhaustiva, considerando que hoy son escasos debido a las variaciones del clima y sus resultados. Todo ello implica tener una infraestructura pública y ciudades resilientes, de manera que puedan afrontar con fortaleza los fenómenos naturales.

El documento plantea la importancia de adecuar las construcciones para morigerar el impacto de las intervenciones humanas en la naturaleza. De la misma manera la planificación del recurso energético es tarea prioritaria en la Ingeniería de hoy y su visión hacia el futuro.

Las herramientas con que cuenta la Ingeniería son un aporte importante para resolver los problemas, el software dedicado para las distintas áreas del diseño, la construcción y la explotación de obras son herramientas claves para los ingenieros. El BIM, el registro de materiales, los softwares dedicados para la moderación y resolución de los infinitos problemas que plantea la Ingeniería.

Finalmente, podemos decir que ha sido trascendental resumir esta gran contribución entregada por los integrantes del Colegio de Ingenieros, lo cual deja en evidencia el enorme interés que, a través de ella, tienen los ingenieros para aportar al país y a la sociedad en su conjunto y nos muestra la importancia de aquilatar y preservar este conocimiento y actitud para el engrandecimiento de las generaciones futuras.

Sergio Contreras A.  
Vicepresidente  
Colegio de Ingenieros de Chile

# CONTENIDO

Introducción	3
Prólogo	7
Objetivos Estratégicos	9
<b>A URGENCIA PAÍS: EL PILAR DE LA CRISIS CLIMÁTICA, RESILIENCIA Y RECURSOS VITALES</b>	<b>10</b>
1. La Ingeniería Chilena ante el Cambio Climático: Rol, Brechas y Propuestas para una Acción Colegiada Proactiva	11
2. Desarrollo de Infraestructura Pública y Privada para uso racional y beneficioso de los Recursos Hídricos	12
3. Gestión de Aguas Lluvias y Resiliencia Climática en Áreas Urbanas	13
<b>B. TRANSFORMACIÓN: ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>16</b>
4. La Ingeniería Chilena ante su Futuro Energético	17
5. Economía Circular y Construcción Industrializada	18
6. Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Relave en Chile	19
<b>C. VANGUARDIA: TRANSFORMACIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL, IA Y EL NUEVO INGENIERO</b>	<b>22</b>
7. Destrucción creativa en tiempo real: inteligencia artificial, capacidades profesionales y el futuro del Ingeniero Civil Industrial	23
8. Navegando la Era de la Inteligencia	24
9. El Ingeniero Civil en el Siglo XXI: Formación, Desarrollo Profesional y Competencias	26
10. Formación para la Ingeniería Chilena del Futuro	27
<b>D. CONECTIVIDAD: MOVILIDAD E INFRESTRUCTURA</b>	<b>29</b>
11. La ingeniería en el sector Transporte	30
12. Prospectiva de Desarrollo del Aeropuerto Arturo Merino Benítez al 2050	31
13. APP-Concesiones Modelos de Colaboración Público-Privada para la Infraestructura y los Servicios Públicos	32
<b>E. GOBERNANZA: ESTRATEGIA Y TERRITORIO</b>	<b>35</b>
14. Ingeniería, innovación y gobernanza para el desarrollo territorial sostenible	35
15. La Ingeniería como Motor del Desarrollo Territorial de Chile	36
16. Ingeniería de Defensa y su aporte a la ingeniería chilena ante su futuro	37
17. Estrategia e información para el futuro: Ideas para la nueva ingeniería y el desarrollo	39

# ANEXOS

En el documento digital se encuentran los siguientes anexos.

## A. URGENCIA PAÍS: EL PILAR DE LA CRISIS CLIMÁTICA, RESILIENCIA Y RECURSOS VITALES

Anexo 1: [La Ingeniería Chilena ante el Cambio Climático](#)

Anexo 2: [Desarrollo de Infraestructura Pública y Privada para uso racional y beneficioso de los Recursos Hídricos](#)

Anexo 3: [Gestión de Aguas Lluvias y Resiliencia Climática en Áreas Urbanas](#)

## B. TRANSFORMACIÓN: ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL

Anexo 4: [La Ingeniería Chilena ante su Futuro Energético](#)

Anexo 5: [Economía Circular y Construcción Industrializada](#)

Anexo 6: [Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas De Relave en Chile](#)

## C. VANGUARDIA: TRANSFORMACIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL, IA Y EL NUEVO INGENIERO

Anexo 7: [Destrucción creativa en tiempo real inteligencia artificial, capacidades profesionales y el futuro del Ingeniero Civil Industrial](#)

Anexo 8: [Navegando la Era de la Inteligencia](#)

Anexo 9: [El Ingeniero Civil en el Siglo XXI Formación, Desarrollo Profesional y Competencias](#)

Anexo 10: [Formación para la Ingeniería Chilena del Futuro](#)

## D. CONECTIVIDAD: MOVILIDAD E INFRESTRUCTURA

Anexo 11: [La ingeniería en el sector Transporte](#)

Anexo 12: [Prospectiva de Desarrollo del Aeropuerto Arturo Merino Benítez al 2050](#)

Anexo 13: [APP-Concesiones Modelos de Colaboración Público-Privada para la Infraestructura y los Servicios Públicos](#)

## E. GOBERNANZA: ESTRATEGIA Y TERRITORIO

Anexo 14: [Ingeniería, innovación y gobernanza para el desarrollo territorial sostenible](#)

Anexo 15: [La Ingeniería como Motor del Desarrollo Territorial de Chile](#)

Anexo 16: [Ingeniería de Defensa y su aporte a la ingeniería chilena ante su futuro](#)

Anexo 17: [Estrategia e información para el futuro](#)

---

## Prólogo

---

En el contexto de la conmemoración del Día de la Ingeniería 2026, el Colegio de Ingenieros de Chile A.G. ha impulsado la elaboración del documento **La ingeniería nacional, hoy y mañana**, como una iniciativa orientada a contribuir, desde una perspectiva técnica y gremial, al análisis de los desafíos que enfrenta el país y al rol que la ingeniería debe desempeñar en su desarrollo.

Este documento es el resultado de un proceso participativo convocado a nivel nacional, que ha reunido los aportes de Consejos Zonales, Especialidades y Comisiones del Colegio. Su propósito es ofrecer una mirada actualizada y proyectiva de la ingeniería chilena, abordando tanto su estado presente como los desafíos que marcarán su evolución en las próximas décadas.

El enfoque de este trabajo se concentra en la situación actual y en el desarrollo futuro de la ingeniería, evitando una revisión histórica y privilegiando un análisis propositivo, orientado a la toma de decisiones y al debate público informado.

Asimismo, este documento forma parte de una agenda más amplia del Colegio de Ingenieros para el Mes de la Ingeniería, cuyo objetivo es visibilizar el aporte de la profesión al país y fortalecer su vinculación con la sociedad, las instituciones públicas y el sector productivo.

El contenido se estructura en cinco grandes ámbitos que reflejan los principales desafíos y oportunidades para la ingeniería en Chile:

**A. Urgencia País**, que aborda los desafíos asociados al cambio climático, la resiliencia y la gestión de recursos vitales, con especial énfasis en agua e infraestructura crítica.

**B. Transformación**, centrado en la evolución de los sistemas productivos, la energía y la sustentabilidad industrial, incluyendo economía circular y gestión de relaves.

**C. Vanguardia**, que examina los cambios en el perfil profesional del ingeniero, el impacto de la inteligencia artificial y las nuevas competencias requeridas para el ejercicio de la profesión.

**D. Conectividad**, enfocado en el desarrollo de infraestructura y sistemas de movilidad, fundamentales para la integración territorial y el crecimiento económico.

**E. Gobernanza**, que analiza la relación entre ingeniería, estrategia y desarrollo territorial, así como el rol de la información, la innovación y la institucionalidad en la toma de decisiones.

En conjunto, estos ejes permiten abordar la ingeniería no solo como una disciplina técnica, sino como un componente esencial en la construcción de soluciones integrales para el país.

Este documento busca constituirse en una referencia para la comunidad ingenieril y, al mismo tiempo, en un aporte al debate nacional, poniendo en valor la importancia de contar con una

mirada técnica rigurosa, una formación de calidad y una acción coordinada entre los distintos actores del desarrollo.

Finalmente, el Colegio de Ingenieros de Chile reafirma, a través de esta publicación, su compromiso con la excelencia profesional, la ética y el bien común, promoviendo una ingeniería que contribuya de manera efectiva al progreso sostenible del país.

Hernán de Solminihac T.  
Presidente  
Colegio de Ingenieros de Chile

---

## Objetivos Estratégicos

---

### **Consolidar una Visión Multisectorial**

Integrar los diagnósticos y propuestas de las distintas especialidades (Civil, Industrial, Defensa, Hidráulica, entre otras) en un cuerpo de conocimiento unificado que facilite la toma de decisiones país.

### **Impulsar la Transformación Digital y Tecnológica**

Analizar y difundir el impacto de la Inteligencia Artificial y las nuevas competencias profesionales, asegurando que el ingeniero nacional lidere la “destrucción creativa” de los procesos industriales actuales.

### **Promover Modelos de Gestión Eficientes**

Fomentar la adopción de Contratos Colaborativos (NEC), Asociaciones Público-Privadas (APP) e integración temprana para reducir la judicialización y elevar la productividad en las obras de infraestructura.

### **Garantizar la Resiliencia Territorial y Climática**

Proponer soluciones concretas ante la mega sequía y el cambio climático, priorizando la gestión de aguas lluvia, la estabilidad de relaves mineros y la autonomía energética.

### **Fomentar la Equidad y el Desarrollo Regional**

Impulsar la ingeniería como motor de descentralización, promoviendo polos logísticos y agroindustriales (como el modelo propuesto para la Región de Ñuble) que conecten el potencial local con los mercados globales.

---

## A URGENCIA PAÍS: EL PILAR DE LA CRISIS CLIMÁTICA, RESILIENCIA Y RECURSOS VITALES

---

La presente sección aborda uno de los desafíos más críticos que enfrenta Chile en la actualidad: la creciente presión sobre sus sistemas naturales y la necesidad de fortalecer la resiliencia frente a un escenario climático cada vez más incierto. En este contexto, la ingeniería se posiciona como un actor central, no solo en la respuesta técnica, sino también en la redefinición de criterios, estándares y formas de intervención sobre el territorio.

Los tres capítulos que componen esta sección ofrecen una mirada complementaria sobre este desafío. En primer lugar, se plantea la necesidad de una transformación profunda en el rol de la ingeniería frente al cambio climático, evidenciando brechas formativas, normativas y profesionales, así como la urgencia de avanzar hacia enfoques basados en incertidumbre, resiliencia y sostenibilidad.

En segundo término, se analiza la gestión de los recursos hídricos desde una perspectiva estructural, destacando la relevancia de la infraestructura –embalses, canales y sistemas de distribución– como un componente estratégico para la seguridad hídrica del país, así como la necesidad de modernizar su diseño, operación e integración con otros sistemas productivos y urbanos.

Finalmente, se aborda el desafío específico de las aguas lluvias en entornos urbanos, evidenciando las limitaciones del modelo actual y proponiendo una transición hacia esquemas de gestión integrada que incorporen soluciones basadas en la naturaleza, nuevas tecnologías y una gobernanza más coordinada entre instituciones.

En conjunto, estos tres enfoques convergen en una idea central: la crisis climática no es solo un problema ambiental, sino un desafío sistémico que exige repensar la forma en que se diseñan, gestionan y operan los sistemas de infraestructura y recursos en el país.

Asimismo, se pone de manifiesto que las respuestas no pueden ser únicamente reactivas. Se requiere una ingeniería capaz de anticipar escenarios, integrar múltiples variables –técnicas, sociales, ambientales– y proponer soluciones que combinen eficiencia, sostenibilidad y adaptabilidad en el largo plazo.

Esta sección, por tanto, no solo identifica brechas y desafíos, sino que también plantea líneas de acción concretas, tanto a nivel técnico como institucional, incluyendo un rol más activo del

Colegio de Ingenieros en la generación de conocimiento aplicado, la actualización de estándares y la incidencia en políticas públicas.

De este modo, la ingeniería se proyecta no solo como una disciplina que responde a las crisis, sino como una herramienta fundamental para construir resiliencia, asegurar recursos vitales y contribuir al desarrollo sostenible del país.

## 1. La ingeniería chilena ante el cambio climático: rol, brechas y propuestas para una acción colegiada proactiva

Autora: Dra. Ing. Eva Soto

---

A continuación, se presenta un resumen detallado de sus puntos clave:

### Diagnóstico por Áreas de Ingeniería

**Recursos Hídricos:** La disponibilidad de agua en la cuenca de Santiago cayó un 37% en 30 años. Se propone pasar de metodologías basadas en series históricas a diseños por escenarios de incertidumbre y priorizar **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)** como la restauración de humedales.

**Energía:** Chile tiene un potencial renovable 70 veces superior a su demanda. El desafío actual es diseñar sistemas resilientes, integrar almacenamiento (baterías e hidrógeno verde) y desarrollar redes inteligentes (smart grids).

**Infraestructura:** El 60% de la infraestructura portuaria es vulnerable al alza del nivel del mar. Es urgente actualizar los códigos de construcción para incorporar proyecciones climáticas futuras.

**Minería:** Ante el alto estrés hídrico, se exige una transición hacia la minería circular con recirculación de agua superior al 95% y desalinización con energías renovables.

### Brechas Críticas Identificadas

**Formativa:** Existe una “obsolescencia educativa” con currículos anclados en paradigmas lineales que no integran transversalmente la economía circular ni la ecología.

**Normativa:** Los estándares técnicos chilenos (NCh) y reglamentos de diseño no incorporan sistemáticamente los escenarios climáticos del IPCC.

**Profesional:** El modelo de licitación por “precio más bajo” desincentiva la inversión en diseños resilientes y materiales sostenibles a largo plazo.

### Propuestas de Acción para el Colegio de Ingenieros

El informe sugiere cuatro esquemas operativos para que el gremio lidere la transformación:

**Observatorio de Ingeniería y Cambio Climático (OICC):** Para generar guías técnicas de diseño resiliente y boletines que traduzcan la ciencia climática a la práctica técnica.

**Sello de Calidad y Sostenibilidad:** Un estándar para certificar proyectos que destaquen en circularidad, resiliencia y justicia socio-ambiental.

**Academia de Ingeniería para el Futuro:** Programas de actualización profesional y mentorías para transferir conocimientos en temas críticos como hidrología en incertidumbre.

**Incidencia Pública:** Posicionar al Colegio como un referente técnico esencial en la elaboración de leyes y políticas climáticas junto al Estado.

El texto concluye que la ingeniería chilena debe dejar de formar “ingenieros zombies” para convertirse en arquitectos de la resiliencia y la regeneración en la era del Antropoceno.

## 2. Desarrollo de infraestructura pública y privada para uso racional y beneficioso de los recursos hídricos

MESA N° 5.

Coordinador: Roberto Gesche

Autores: Julio Burgos, Jorge Rivas, Raúl López, Juan Arrese

Ernesto Gesche, Roberto Gesche, Francisco Martínez

Natalia Bustamante, Sergio Demetrio, Carlos Düring

---

A continuación, se presenta un resumen de sus ejes principales:

### Marco Normativo y Regulación

**Código de Aguas:** Rige el uso y gestión del recurso, estableciendo que las aguas son bienes nacionales de uso público y definiendo prioridades como el consumo humano.

**Institucionalidad:** La Dirección General de Aguas (DGA) es el ente fiscalizador, mientras que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) se encarga de la ejecución de obras estatales, como riego y agua potable rural.

**Leyes Clave:** Se analizan instrumentos como la Ley 18.450 de fomento al riego, la Ley de Concesiones y la Ley 19.525 sobre drenaje urbano.

### Embalses: Una Necesidad Estratégica

**Brecha de Infraestructura:** Chile tiene una capacidad de embalse consuntivo de ~5.300 hm<sup>3</sup>, muy inferior a países como España, a pesar de que más del 90% del agua superficial fluye al mar en invierno.

**Priorización:** Existe un listado de 12 embalses prioritarios definidos por la Comisión Nacional de Riego (CNR) para mejorar la resiliencia ante el cambio climático.

Propuesta: Se sugiere recuperar un ritmo de construcción de 80 a 100 hm<sup>3</sup> de nueva regulación anual para satisfacer la demanda agrícola y humana.

### Infraestructura de Canales y Modernización

**Baja Eficiencia:** Muchos sistemas de canales tienen más de 50 años y presentan pérdidas de conducción cercanas al **25%**.

**Tecnificación:** Se destaca el éxito de la Ley 18.450 en la tecnificación de hectáreas, pero se advierte sobre la baja inversión privada en el mantenimiento de bocatomas y partidores.

**Incentivos:** Se propone crear mecanismos similares a la Ley 18.450 para el revestimiento de canales y la mejora de la seguridad en la entrega de agua.

### Integración Urbana y Gestión de Cauces

**Ciudades Resilientes:** El informe promueve el concepto de “**Ciudad Esponja**” y la integración de cauces naturales como infraestructura multifuncional (parques fluviales).

**Protección Ambiental:** Se enfatiza la importancia de preservar zonas ripiarias y humedales urbanos, evitando el uso de defensas fluviales rígidas de ingeniería convencional.

### Agua y Energía

**Sistemas de Rebombéo:** Se recomienda promover centrales hidroeléctricas de bombeo que permitan retornar agua a los embalses en horas de baja demanda eléctrica, optimizando el uso del recurso en zonas áridas.

**Caudales Mínimos:** Las grandes centrales deben garantizar caudales mínimos para asegurar usos consuntivos prioritarios.

## 3. Gestión de aguas lluvias y resiliencia climática en áreas urbanas

MESA N° 1

Coordinador: Julio Burgos

Autores: Juan Antonio Arrese, Julio Burgos, Natalia Bustamante

Rodrigo Concha, Fabián Escárate, Jorge Gironás, Natalia Manríquez

César Méndez, Rodrigo Perales, Carla Tapia, José Vargas

---

A continuación, se presenta un resumen de los puntos clave del informe:

## Evolución y Diagnóstico Actual

**Marco Legal Histórico:** La gestión actual se rige por la **Ley N° 19.525** de 1997, la cual asigna al Ministerio de Obras Públicas (MOP) las redes primarias y al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) las secundarias.

**Enfoque Sanitario:** El informe critica que la ley actual trata el agua lluvia como un “residuo” que debe ser evacuado rápidamente, en lugar de un recurso valioso para la ciudad.

**Planes Maestros (PMAL):** De los 55 Planes Maestros elaborados en el país, solo el **51%** cuenta con decreto de aprobación, y aproximadamente el **76%** de los planes más antiguos requieren una revisión técnica urgente debido a su obsolescencia.

**Brecha de Inversión:** Se estima que la inversión ejecutada entre 2018 y 2024 (aprox. 364 millones de dólares) está muy por debajo de las necesidades detectadas, lo que a este ritmo requeriría más de 60 años para completarse.

## El Desafío del Cambio Climático

**Incertidumbre Hidrológica:** El cambio climático está alterando los patrones de lluvia, aumentando la frecuencia de eventos extremos que superan la capacidad de los sistemas diseñados bajo supuestos históricos.

**Vulnerabilidad Urbana:** La alta impermeabilización del suelo y la ocupación de zonas de riesgo aumentan los anegamientos, la erosión de cauces y la pérdida de recarga de acuíferos.

**Resiliencia:** Se define como la capacidad de las ciudades para anticipar y recuperarse de estos eventos, proponiendo una política de “flexibilidad” en el diseño de infraestructura.

## Propuestas: Hacia un Modelo de Gestión Integrada

El documento propone transitar desde la “evacuación” hacia la “**gestión integral**” del agua lluvia mediante:

**Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN):** Incorporar infraestructura verde (jardines de lluvia, techos verdes, humedales urbanos) para complementar la infraestructura gris tradicional.

**Infraestructura Híbrida:** Un modelo que combina la robustez de los colectores tradicionales con la flexibilidad y sostenibilidad de las soluciones naturales.

**Drenaje Urbano Sostenible (DUS):** Estrategias de retención, infiltración y reutilización local del agua para reducir la carga en las redes y mejorar la calidad ambiental.

## Recomendaciones Estratégicas

**Actualización Normativa:** Reformar la Ley 19.525 para incluir criterios de resiliencia climática y reconocer formalmente las SbN.

**Gobernanza Coordinada:** Fortalecer la articulación entre el MOP, MINVU y Municipios, utilizando la cuenca hidrográfica como unidad de planificación.

**Innovación Tecnológica:** Integrar inteligencia artificial, sensores inteligentes y gemelos digitales para una gestión predictiva y alertas tempranas.

**Participación Ciudadana:** Fomentar la corresponsabilidad mediante sistemas de captación domiciliaria y educación ambiental sobre el valor del agua.

El informe concluye que el cambio climático es una oportunidad para rediseñar las ciudades chilenas como espacios más seguros, equitativos y sostenibles, revalorizando el agua como el eje estructurador del paisaje urbano.

---

## B. TRANSFORMACIÓN: ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL

---

La presente sección aborda uno de los procesos más profundos que enfrenta actualmente la ingeniería chilena: la transformación de los sistemas productivos hacia modelos más sostenibles, eficientes y resilientes. En un contexto marcado por la transición energética, la presión por reducir emisiones y la necesidad de mejorar la productividad, la ingeniería cumple un rol central en el rediseño de las bases sobre las cuales se sustenta el desarrollo industrial del país.

Los tres capítulos que componen esta sección analizan, desde distintas perspectivas, los desafíos y oportunidades asociados a esta transformación.

En primer lugar, se examina el futuro energético de Chile, destacando la necesidad de avanzar hacia una mayor seguridad y resiliencia del sistema, reducir dependencias externas y aprovechar el potencial de los recursos renovables disponibles. Este análisis no solo aborda la diversificación de la matriz energética, sino también la incorporación de nuevas tecnologías, el desarrollo de infraestructura robusta y la modernización del mercado energético para hacerlo más equitativo y descentralizado.

En segundo término, se presenta una visión de cambio estructural en el sector construcción, identificando sus brechas de productividad y su impacto ambiental, y proponiendo un nuevo paradigma basado en la integración de economía circular, construcción industrializada y esquemas contractuales colaborativos. Este enfoque busca no solo mejorar la eficiencia del sector, sino también reducir su huella ambiental y avanzar hacia modelos más sostenibles y coordinados.

Finalmente, se aborda el desafío de la gestión de relaves mineros, un aspecto crítico para la sostenibilidad de la principal industria del país. El análisis pone énfasis en la necesidad de fortalecer la gobernanza, mejorar los estándares técnicos y avanzar hacia una gestión de riesgos más robusta, incorporando innovación tecnológica y nuevas oportunidades vinculadas a la economía circular.

En conjunto, estos tres ámbitos reflejan una transformación más amplia: la evolución desde modelos productivos lineales hacia sistemas integrados, donde la eficiencia, la sostenibilidad y la gestión del riesgo se convierten en variables centrales del diseño y operación.

Esta sección pone de relieve que dicha transformación no es únicamente tecnológica, sino también organizacional, normativa y cultural. Requiere nuevas capacidades profesionales,

cambios en los esquemas de contratación, fortalecimiento institucional y una mayor articulación entre actores públicos y privados.

Asimismo, se destaca el rol de la ingeniería como agente habilitador de estos cambios, no solo a través del desarrollo de soluciones técnicas, sino también mediante la generación de estándares, la incorporación de innovación y la contribución a una mejor toma de decisiones en contextos complejos.

De este modo, la ingeniería se proyecta como un elemento clave para avanzar hacia un desarrollo productivo más sostenible, competitivo y resiliente, capaz de responder a los desafíos del siglo XXI.

## 4. La Ingeniería Chilena ante su Futuro Energético

Contribución de la Comisión de Energía

Coordinadores: Julio Lira, José Gerardo Moya-Cancino

---

### Seguridad y Resiliencia Sistémica

**Soberanía Energética:** El documento destaca la necesidad de reducir la dependencia de hidrocarburos importados para mitigar la vulnerabilidad ante crisis de precios globales de petróleo y gas natural.

**Recursos Propios:** Se proyecta la viabilización técnica de gas natural de esquistos y depósitos submarinos en las regiones del Biobío (Isla Mocha) y Magallanes.

**Reserva Estratégica:** Propone evaluar el uso del carbón nacional como una reserva de soberanía ante emergencias de suministro.

**Infraestructura Robusta:** Plantea elevar los estándares de seguridad para garantizar la continuidad del servicio ante fallas en la transmisión.

### Sostenibilidad y Vanguardia Tecnológica

**Hidrógeno de Próxima Generación:** Propone liderar la búsqueda de **hidrógeno blanco** (natural) por su potencial de bajo costo y nula huella de carbono.

**Vectores Energéticos:** Busca avanzar en la producción de amoníaco verde, metanol verde y combustibles sintéticos (e-fuels) para sectores difíciles de electrificar, como la aviación y la petroquímica.

**Almacenamiento:** Impulsa la implementación masiva de sistemas de baterías (BESS) para evitar el vertimiento de energías renovables y alimentar industrias como la minería y desaladoras.

**Electrificación y Biomasa:** Fomenta la propulsión eléctrica en transporte pesado (camiones mineros, trenes, transbordadores) y la optimización térmica de desechos forestales para calefacción.

## Equidad y Modernización del Mercado

**Reforma a la Distribución:** Propone modernizar las tarifas eléctricas para que reflejen fielmente los beneficios de la generación limpia.

**Descentralización:** Establece la meta de que, para el año 2040, al menos un **20% de la** generación provenga de proyectos locales y comunidades energéticas.

**Net Billing:** Sugiere un plan técnico para simplificar procesos de conexión y medición inteligente en hogares y pymes para democratizar el acceso a la energía.

**Capital Humano:** Enfatiza la necesidad de programas de reconversión laboral para trabajadores de industrias de combustibles fósiles.

El informe concluye reafirmando el compromiso de la ingeniería chilena para liderar la transición energética global, convirtiendo los desafíos actuales en un legado de prosperidad y sostenibilidad.

## 5. Economía circular y construcción industrializada

MESA N° 3

Coordinadora: Marlena Murillo

Autores: Janen Calle, Paola Del Río, Cristian Garín, Rubén González  
Walter Meléndez, Christian Morales, Marlena Murillo, Rodrigo Pérez  
Claudia Petit, Bárbara Silva, Luis Felipe Torres, Carola Vásquez

---

A continuación, se presenta un resumen de los ejes estratégicos y hallazgos del informe:

### Diagnóstico: El Desafío del Sector

**Baja Productividad:** El sector ha sufrido una contracción del **19%** en su productividad entre 2015 y 2023.

**Impacto Ambiental:** La industria es responsable del **23%** de las emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y genera millones de toneladas de residuos anualmente.

**Conflictividad:** El sistema contractual actual es confrontacional, con un aumento del **35%** anual en la judicialización de proyectos públicos.

### Los Tres Pilares de la Transformación

El informe sostiene que la modernización solo es viable mediante la integración de:

**Contratos Colaborativos (CC):** Actúan como el “habilitador” al fomentar la confianza y la compartición de riesgos. Permiten la **integración temprana** de proveedores y diseñadores, logrando aumentos de productividad de hasta un **27%**.

**Construcción Industrializada (CI):** Es el “motor operacional” que utiliza métodos de fabricación seriada en entornos controlados. Permite reducir los plazos de ejecución entre un **40% y 50%**, aumentando la productividad del montaje hasta en un **125%**.

**Economía Circular (EC):** Es el “imperativo sistémico” que busca eliminar residuos y mantener los recursos en uso. La fabricación en planta reduce drásticamente los residuos (de un promedio de 0,26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> a solo **0,033 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** en casos exitosos).

### Herramientas Tecnológicas Clave

**BIM (Building Information Modeling):** Crucial para la gestión de datos, el análisis del ciclo de vida y la trazabilidad de materiales.

**Pasaporte de Materiales:** Herramienta para registrar atributos de sostenibilidad y toxicidad, transformando los edificios en “bancos de materiales” recuperables a futuro.

**DfMA (Diseño para la Fabricación y Montaje):** Metodología para optimizar el diseño desde etapas tempranas, facilitando el ensamblaje eficiente y la reducción de desechos.

### Recomendaciones Estratégicas

**Línea Contractual:** Realizar pilotajes graduales de cláusulas colaborativas (como Dispute Boards) y desarrollar estándares de contratos adaptados al mercado chileno.

**Línea Técnica:** Formalizar la **Integración Temprana Obligatoria** en proyectos y crear incentivos a la demanda industrializada mediante indicadores de constructibilidad en las licitaciones.

**Línea de Capital Humano:** Crear certificaciones y diplomados especializados en logística de componentes, DfMA y BIM para cerrar la brecha de conocimiento en el área.

El informe concluye que el cambio del sistema contractual tradicional es la principal barrera para superar y alinear la industria con los desafíos de sostenibilidad y eficiencia que Chile requiere para el siglo XXI.

## 6. Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de relave en Chile

Mesa de Trabajo N°4

Coordinador: Luis Ilabarca

Autores: Guillermo Bolbarán, Leonardo Dorador, Evelyn Fribla

Luis Ilabarca, Valentina Luengo, Marcelo Mussé

Gastón Oróstegui, Carla Tapia, Luis Valenzuela

---

A continuación, se presenta un resumen de los puntos clave del informe:

## Diagnóstico y Desafíos Críticos

**Gestión Fragmentada:** Se identifica una brecha significativa entre los estándares internacionales (como el GISTM) y su implementación práctica en el territorio nacional.

**Escasez de Talento:** Existe una falta crítica de profesionales especializados con experiencia práctica en roles clave, como los Ingenieros de Registro (IdR) y los Ingenieros Responsables de Instalaciones de Relaves (IRIR).

**Enfoque Reactivo:** La gestión de riesgos suele priorizar criterios administrativos sobre análisis técnicos cuantitativos y probabilísticos, los cuales son esenciales para depósitos de alta consecuencia.

## Marco Legal e Institucional

**Rol de Sernageomin:** El Servicio Nacional de Geología y Minería es el organismo clave para la aprobación de proyectos, fiscalización y mantenimiento del catastro nacional de depósitos.

**Normativa Vigente:** El sistema se rige principalmente por el **Decreto Supremo N° 248** (diseño, construcción y cierre) y la **Ley N° 20.551** de Cierre de Faenas.

## Propuestas de Mejora y Gobernanza

**Gobernanza Robusta:** Se recomienda implementar matrices de responsabilidad (RACI) claras para evitar la dilución de la rendición de cuentas en la toma de decisiones.

**Alianza Estratégica:** Proponen una colaboración entre el Colegio de Ingenieros y Sernageomin para acreditar competencias técnicas y desarrollar programas de formación continua.

**Gestión de Riesgos Avanzada:** Sugieren el uso obligatorio de metodologías FMEA (Análisis de Modos de Falla y Efectos) y el concepto ALARP (As Low As Reasonably Practicable) para reducir riesgos a niveles tolerables.

## Innovación y Futuro

**Economía Circular:** El informe destaca el programa “**Relaves Zero Waste**” para transformar estos pasivos ambientales en activos estratégicos, como materiales de construcción o recuperación de metales.

**Tecnologías Emergentes:** Se propone la creación de un **Centro de Inteligencia Digital para Relaves (CIDR)** que integre IA, Internet de las Cosas (IoT) y gemelos digitales para un monitoreo predictivo.

**Trazabilidad:** Implementación de tecnología **blockchain** para asegurar una trazabilidad inmutable de todo el ciclo de vida del depósito.

El documento concluye que la estabilidad de los depósitos de relaves es un factor innegociable para la viabilidad de la minería en Chile, requiriendo una transición de un enfoque de cumplimiento mínimo hacia uno de excelencia técnica y proactividad.

---

## C. VANGUARDIA: TRANSFORMACIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL, IA Y EL NUEVO INGENIERO

---

La presente sección aborda una de las transformaciones más profundas que enfrenta actualmente la ingeniería: la evolución de su perfil profesional en un contexto marcado por la aceleración tecnológica, la irrupción de la inteligencia artificial y la creciente complejidad de los sistemas en los que interviene.

A diferencia de cambios anteriores, esta transformación no se limita a la incorporación de nuevas herramientas, sino que cuestiona directamente la forma en que se genera valor en la profesión, las competencias requeridas y el rol del ingeniero en la sociedad.

Los cuatro capítulos que componen esta sección ofrecen una mirada integral sobre este proceso.

En primer lugar, se analiza el impacto de la inteligencia artificial desde la perspectiva de la “destrucción creativa”, evidenciando cómo la automatización de tareas de alto valor obliga a redefinir el aporte del ingeniero, desplazando el foco desde la ejecución técnica hacia la capacidad de interpretar contextos, formular problemas y liderar procesos complejos.

En segundo término, se examina la transformación digital en curso y el posicionamiento de Chile en este escenario, destacando tanto los avances en infraestructura y adopción tecnológica como la necesidad de fortalecer marcos éticos, regulatorios y de gobernanza que orienten el desarrollo de la inteligencia artificial hacia el bienestar social.

En tercer lugar, se aborda la evolución del perfil del ingeniero civil, identificando brechas formativas, desafíos en la educación superior y la necesidad de avanzar hacia un modelo que combine solidez técnica con competencias transversales como liderazgo, pensamiento crítico, trabajo interdisciplinario y responsabilidad social.

Finalmente, se presenta una visión de futuro para la formación en ingeniería, proponiendo una hoja de ruta que permita adaptar los sistemas educativos a las nuevas exigencias del entorno, fortaleciendo la calidad, la pertinencia y la capacidad de respuesta frente a los desafíos tecnológicos, ambientales y productivos del país.

En conjunto, estos cuatro enfoques convergen en una idea central: el valor de la ingeniería ya no reside exclusivamente en el dominio técnico, sino en la capacidad de integrar conocimiento, gestionar incertidumbre, tomar decisiones en contextos complejos y aportar sentido en entornos donde la tecnología evoluciona a gran velocidad.

Esta sección pone de manifiesto que la transformación del perfil profesional no es opcional, sino una condición necesaria para la vigencia de la ingeniería en el siglo XXI. Implica no solo cambios en la formación, sino también en la cultura profesional, en los sistemas de aprendizaje continuo y en la forma en que se entiende el ejercicio de la disciplina.

Asimismo, se destaca el rol del Colegio de Ingenieros como actor clave en este proceso, tanto en la promoción de estándares de calidad y ética, como en la articulación de una visión compartida sobre el futuro de la profesión.

De este modo, la ingeniería se proyecta como una disciplina en permanente evolución, llamada a liderar no solo la incorporación de nuevas tecnologías, sino también la construcción de criterios, capacidades y marcos de acción que permitan orientar su uso en beneficio de la sociedad.

## 7. Destrucción creativa en tiempo real: inteligencia artificial, capacidades profesionales y el futuro del Ingeniero Civil Industrial

Autor: Hugo Cañete León

---

A continuación, se presenta un resumen de sus puntos fundamentales:

### El Desafío de la Inteligencia Artificial (Benchmark GDPval)

**Paridad con el Experto:** Un estudio de OpenAI de octubre de 2025 (GDPval) demostró que los modelos de IA ya igualan o superan al experto humano en el **47,6% de las tareas** reales de alto valor, como la gestión de proyectos y el análisis financiero.

**Eficiencia y Costo:** El uso de IA genera ahorros de tiempo de hasta **1,39x** y de costos de hasta **1,63x** en comparación con profesionales no asistidos.

**Ritmo de Mejora:** El progreso de la IA es lineal y predecible, lo que obliga a la profesión a no solo adoptar la tecnología, sino a redefinir su valor constantemente.

### Marco Teórico: Destrucción Creativa (Premio Nobel 2025)

**Innovación y Reemplazo:** Basándose en el trabajo de los Nobel Aghion, Howitt y Mokyr, el informe explica que el crecimiento depende de innovaciones que crean valor pero destruyen formas de producción antiguas.

**Resistencia vs. Adaptación:** El Consejo advierte que las profesiones establecidas suelen resistirse al cambio para proteger sus rentas, pero que la única vía sostenible es absorber la innovación para no quedar obsoletos.

### Fortalezas Humanas: Lo que la IA no puede replicar

**Contexto Implícito:** La IA falla principalmente en entender lo que “no está escrito”: supuestos tácitos, restricciones no declaradas y prioridades implícitas.

**Definición del Alcance:** La capacidad de transformar un problema vago del cliente en un encargo ejecutable es una competencia crítica del ingeniero industrial que la IA no posee.

**Inteligencia Relacional:** El valor futuro reside en la capacidad de “leer la sala”, gestionar la ambigüedad, construir confianza y tomar decisiones bajo tensiones éticas y relacionales.

### Contexto Institucional Chileno

**Aceleración por Política de Estado:** Chile tiene una de las políticas de IA más avanzadas de la región (78% de cumplimiento en su plan de acción a abril de 2025).

**Efecto Paradoja:** Al tener una mejor infraestructura y regulación, el mercado laboral chileno llegará al punto de disrupción **antes** que sus vecinos regionales, acortando el margen de adaptación de los ingenieros.

### Plan de Acción del Consejo (2026-2030)

El Consejo de Especialidad Industrial propone tres frentes de trabajo inmediatos:

**Frente Gremial:** Definir estándares de responsabilidad ética para profesionales que firman entregables elaborados con asistencia de IA.

**Frente Formativo:** Dialogar con las universidades para priorizar competencias de juicio crítico, liderazgo y gestión de incertidumbre por sobre tareas que la IA ya automatiza.

**Frente Industrial:** Ayudar a las empresas a “cartografiar” sus flujos de trabajo para identificar dónde el juicio humano es realmente insustituible.

El informe concluye que, al igual que la electricidad no eliminó la ingeniería mecánica sino que la redefinió, la inteligencia artificial no reemplazará al Ingeniero Civil Industrial si este se enfoca en aportar **sentido, contexto y liderazgo** en sistemas complejos.

## 8. Navegando la era de la inteligencia

Autor: Danilo Leal

---

Aquí un resumen detallado de sus puntos principales:

### Transformación Digital y Liderazgo Regional

**Chile como Pionero:** Según el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA) 2025, Chile lidera la región en adopción de IA generativa y visibilidad en conferencias de élite.

**Infraestructura:** El país cuenta con una penetración de banda ancha fija superior al 75% y despliegues masivos de 5G, lo que facilita el uso de IA en sectores como la minería, salud (análisis de radiografías) y educación (tutores virtuales).

## Ética y Marco Regulatorio

**Decálogo Ético:** La ingeniería chilena ha adoptado principios como la transparencia, la equidad (filtro de sesgos), la supervisión humana (human-in-the-loop) y la sostenibilidad ambiental.

**Ley de Inteligencia Artificial:** Chile cuenta con una regulación basada en una “pirámide de riesgos”:

- o **Inaceptable:** Prohibición de sistemas de puntuación social o manipulación.
- o **Alto Riesgo:** Registro obligatorio para IA en salud, justicia y servicios públicos.
- o **Riesgo Limitado/Mínimo:** Deber de transparencia para chatbots y generadores de contenido.

**Agencia de Protección de Datos:** Encargada de fiscalizar y gestionar “sandboxes” o entornos de prueba controlados para la innovación.

## El Nuevo Horizonte Laboral

**De Sustitución a Recomposición:** Se estima que la IA no reemplazará masivamente a los humanos, sino que automatizará tareas repetitivas, permitiendo la creación de 170 millones de nuevos roles a nivel global.

**Nuevos Roles en Chile:** Aparecen perfiles como Prompt Engineer, Detective de Sesgos Algorítmicos, Curador de Ética Digital y Arquitecto de Experiencias Sintéticas.

**Habilidades Críticas:** Para 2026, el éxito profesional depende de un equilibrio entre habilidades técnicas y humanas, destacando el pensamiento crítico, la inteligencia emocional y la capacidad de aprendizaje continuo (learnability).

## Visión al 2050

El informe concluye que la integración armónica de la IA depende de una gobernanza ágil y una cultura que asegure que el desarrollo tecnológico se traduzca en bienestar social inclusivo y resiliencia ambiental hacia el 2050.

## 9. El Ingeniero Civil en el siglo XXI: formación, desarrollo profesional y competencias

Mesa técnica N°9

Coordinador: Leonardo Brescia

Autores: Leonardo Brescia, Raúl Lazo, Valentina Luengo

Juan Music, Hernán Santa María, Alberto Ureta

---

A continuación, se presenta un resumen de sus puntos principales:

## Diagnóstico y Desafíos Actuales

**Contexto de Incertidumbre:** El ejercicio de la ingeniería civil enfrenta desafíos profundos debido al cambio climático, la complejidad social y las demandas de sostenibilidad.

**Brechas Educativas:** Se observa una preocupación por la base formativa preuniversitaria, cuyas carencias en matemáticas y ciencias impactan la formación universitaria y aumentan la deserción.

**Obsolescencia:** Se advierte sobre el riesgo de aplicar estándares internacionales de forma descontextualizada, sin considerar las particularidades del territorio chileno.

## Formación Universitaria y Ciclo Básico

**Modelos de Formación:** En Chile predominan dos enfoques: uno de base general con especialización posterior (estructuras, hidráulica, gestión) y otro generalista (Ingeniería Civil en Obras Civiles).

**Importancia de las Ciencias Básicas:** El dominio de matemáticas y física avanzada no solo provee base técnica, sino que entrena el pensamiento abstracto y la resolución lógica de problemas complejos.

**Habilidades Blandas Tempranas:** Se recomienda incluir desde el inicio competencias como “aprender a aprender”, comunicación y ética para elevar la motivación y la autorregulación del estudiante.

## Perfil del Ingeniero del Siglo XXI

**Competencias Integrales:** El nuevo perfil debe combinar la solidez técnico-científica con habilidades transversales: liderazgo, innovación, trabajo en equipo multidisciplinario y visión crítica.

**Responsabilidad Ética y Social:** El ingeniero debe actuar como un agente activo en la cocreación de soluciones junto a comunidades y responsables de políticas públicas, velando por el bienestar social y ambiental.

**Adaptabilidad Tecnológica:** Es fundamental el manejo de tecnologías emergentes (IA, BIM, digitalización) para gestionar procesos de manera eficiente sin descuidar la seguridad y la ética.

## Desarrollo Profesional y Postgrado

**Trayectoria en Etapas:** Se propone un modelo de tres etapas: formación de pregrado (obtención del título), entrenamiento supervisado (obtención de Licencia Profesional) y ejercicio independiente autónomo.

**Especialización Necesaria:** Los programas de postgrado y diplomados han pasado de ser opcionales a esenciales para la actualización permanente en un mercado competitivo.

**Certificación Gremial:** Se recomienda avanzar hacia un sistema nacional de evaluación y habilitación profesional regulado por el Colegio de Ingenieros, equivalente a los estándares de países desarrollados.

## 10. Formación para la ingeniería chilena del futuro

Comisión de Educación del Colegio de Ingenieros de Chile A.G.

Coordinador: Rodrigo Barriga

---

A continuación, se presenta un resumen de sus puntos clave:

### Diagnóstico de la Situación Actual

**Brechas de Ingreso:** Se identifican debilidades multidimensionales en los estudiantes que ingresan a la carrera, especialmente en ciencias básicas (STEM), comprensión lectora, capacidad abstracta y dimensiones socioafectivas.

**Participación Femenina:** Persiste una participación significativamente menor de mujeres en ingeniería, lo que limita la diversidad de perspectivas. Se propone fortalecer políticas de atracción temprana y referentes femeninos.

**Heterogeneidad de la Oferta:** La expansión de programas ha generado una disparidad en la calidad y en el uso del término “ingeniería”, que no siempre cumple con estándares comparables.

### Desafíos Formativos Ante el Futuro

**Inteligencia Artificial (IA):** Debe abordarse no solo como herramienta, sino como objeto de reflexión. Se recomienda que en los primeros semestres se privilegie el pensamiento humano y las ciencias básicas para evitar el debilitamiento de capacidades intelectuales por el uso excesivo de IA.

**Sostenibilidad y Cambio Climático:** Se han convertido en condiciones obligatorias para el diseño y operación. La formación debe integrar la gestión de riesgos e impacto ambiental en todas las especialidades.

**Nuevas Competencias:** Se requiere transitar hacia currículos basados en resultados de aprendizaje que incluyan resolución de problemas complejos, ética, comunicación efectiva, ciberseguridad y trabajo interdisciplinario.

### Propuestas y Líneas de Acción (2026-2030)

**Metaperfiles y Estándares:** Consolidar marcos de competencias diferenciados para ingeniería de base científica y de base tecnológica para alinear la formación con las necesidades de productividad del país.

**Habilitación y Certificación:** Avanzar hacia una ruta que distinga la formación inicial de la **habilitación profesional**, considerando experiencia supervisada y actualización continua de competencias.

**Incidencia en Políticas Públicas:** Formar ingenieros con capacidades para participar en decisiones públicas complejas, integrando conocimientos de regulación y gestión pública.

**Aseguramiento de la Calidad:** Fortalecer los criterios de acreditación con referencias internacionales y evaluaciones especializadas por rama de ingeniería.

El informe concluye que la ingeniería chilena debe fortalecer su base formativa y ética para dejar de ser solo una ejecutora técnica y convertirse en un actor clave en el diseño de un futuro resiliente y sostenible para el país.

---

## D. CONECTIVIDAD: MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURA

---

La presente sección aborda el rol estratégico de la conectividad como un elemento fundamental para el desarrollo económico, la integración territorial y la competitividad del país. En un contexto de creciente demanda por eficiencia logística, sostenibilidad y resiliencia, la ingeniería enfrenta el desafío de rediseñar los sistemas de transporte e infraestructura desde una perspectiva integrada y de largo plazo.

Los tres capítulos que componen esta sección analizan los principales desafíos estructurales del sector, así como las oportunidades de transformación que se abren en las próximas décadas.

En primer lugar, se presenta una visión general del sistema de transporte en Chile, destacando su impacto en la economía, su elevada huella energética y ambiental, y las brechas existentes en términos de eficiencia e integración modal. Este análisis pone de relieve la necesidad de avanzar hacia sistemas más sostenibles, electrificados y mejor coordinados, donde la gestión energética y el uso de datos se conviertan en elementos centrales del diseño y operación.

En segundo término, se aborda el desarrollo futuro del principal nodo aeroportuario del país, el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, evaluando su capacidad de expansión, sus limitaciones estructurales y los desafíos asociados a su integración urbana y territorial. Este caso ilustra la complejidad de planificar infraestructura crítica en entornos de alta demanda, restricciones físicas y exigencias crecientes en materia de sostenibilidad y seguridad.

Finalmente, se analiza el rol de las asociaciones público-privadas y el sistema de concesiones como herramientas clave para el desarrollo de infraestructura, identificando sus fortalezas, limitaciones actuales y oportunidades de mejora. Se destaca la necesidad de fortalecer la planificación de largo plazo, simplificar los procesos de aprobación y modernizar los marcos contractuales para responder a un entorno más dinámico y exigente.

En conjunto, estos tres enfoques evidencian que el principal desafío no es solo construir más infraestructura, sino construir mejor: con una visión sistémica, integrando transporte, energía, territorio y tecnología, y asegurando su sostenibilidad en el tiempo.

Esta sección pone de manifiesto que la conectividad del futuro dependerá de la capacidad de avanzar hacia modelos más integrados, donde la interoperabilidad de sistemas, la planificación coordinada y el uso de herramientas digitales permitan optimizar el funcionamiento de redes complejas.

Asimismo, se destaca el rol de la ingeniería como articuladora de estos procesos, pasando desde una lógica de ejecución de obras hacia una función de integración de sistemas, gestión de datos y apoyo a la toma de decisiones estratégicas.

De este modo, la ingeniería se posiciona como un actor clave para habilitar una conectividad más eficiente, sostenible y resiliente, capaz de responder a las demandas del desarrollo económico y social de Chile en el largo plazo.

## 11. La ingeniería en el sector transporte

Comisión transporte

Coordinadoras: Paula Bunster, Carolina Vladilo

---

A continuación, se presenta un resumen de los puntos clave del documento:

### Diagnóstico del Sector

**Impacto Económico:** El transporte representa entre el **30% y el 50% del costo total** de la cadena logística en Chile. Los costos logísticos totales del país alcanzan aproximadamente el **18% del PIB**, una cifra muy superior al promedio de la OCDE (8-10%).

**Huella Energética y Ambiental:** Es el principal consumidor de energía final del país (35%) y genera el **25% de las emisiones de gases de efecto invernadero**. Actualmente, tiene una dependencia superior al **95% de combustibles fósiles**.

**Modo Ferroviario:** Se destaca que este modo solo tiene un **6% de participación** en el transporte de carga, a pesar de ser más eficiente que el transporte por carretera.

### Avances y Brechas

**Electromovilidad:** Santiago es un referente internacional con más de **2,500 buses eléctricos** en operación. En minería, se han implementado sistemas trolley y flotas eléctricas para personal.

**Brechas Estructurales:** El documento identifica la falta de una **política ferroviaria**, la carencia de centros multimodales y una integración deficiente entre los sistemas de transporte y la planificación energética.

### Desafíos Estratégicos (2030–2050)

**Transporte Público:** El enfoque debe pasar de la simple compra de buses a la **optimización de la gestión energética** y la integración inteligente con la red eléctrica (smart charging).

**Minería:** El gran reto es la **descarbonización del transporte pesado**, explorando el hidrógeno verde y la electrificación de camiones de alto tonelaje.

**Logística:** Se requiere optimizar las redes multimodales, reducir los “viajes vacíos” y electrificar la **logística de última milla** en zonas urbanas.

**Ingeniería Chilena: Liderando la Transformación de nuestro Territorio hacia el 2050**

Colegio de Ingenieros de Chile

## Rol de la Ingeniería y Propuestas

**Liderazgo Técnico:** La ingeniería debe evolucionar de ser una ejecutora de infraestructura a una **integradora de sistemas complejos**, gestionando simultáneamente datos, energía y operaciones.

**Propuestas:** Se sugiere establecer la gestión energética como un estándar obligatorio en flotas, impulsar la **interoperabilidad de datos** y asegurar que las licitaciones públicas prioricen la eficiencia operacional y las bajas emisiones por sobre el costo inicial.

## 12. Prospectiva de desarrollo del aeropuerto Arturo Merino Benítez al 2050

Mesa de Trabajo N°7

Coordinador: Rodrigo Suárez

Autores: Rodrigo Suárez, Cristián Carvallo, Sergio Wilhelm

Eduardo Guevara, Anamaría Arpea, Loreto Araya

---

A continuación, presento un resumen detallado de sus puntos clave:

### Objetivo y Alcance del Proyecto

**Aumento de Capacidad:** El proyecto busca satisfacer la creciente demanda proyectada (hasta 51 millones de pasajeros para 2045), duplicando la capacidad de 40 a **84 operaciones por hora**.

**Obras Principales:** Considera la construcción de una **tercera pista de aterrizaje**, un nuevo Terminal de Pasajeros, mejoras a las pistas actuales con sistemas ILS Cat. III y el traslado de diversas instalaciones.

**Enfoque Sostenible:** Los diseños deben apuntar a criterios **Net Zero** (energía, carbono, agua y residuos) e integrar electromovilidad, hidrógeno verde y combustibles sostenibles (SAF).

### Desafíos y Críticas Identificadas

**Centralización:** La mesa advierte que ampliar AMB refuerza la centralización en Santiago en desmedro de la red aeroportuaria regional.

**Accesibilidad Crítica:** Las vías actuales (Rutas 68 y 78) ya están saturadas. Se advierte que, sin nuevos accesos segregados y la llegada del **Metro o tren urbano**, el sistema colapsará con el aumento de tráfico.

**Aeropuerto de Alternativa:** Se destaca que la zona central carece de un aeropuerto alternativo cercano capaz de recibir aeronaves de gran envergadura en caso de emergencias en AMB.

**Posibilidad de un Nuevo Aeropuerto:** Debido a las limitaciones legales, ambientales y viales de ampliar el actual recinto, el informe sugiere **reevaluar la construcción de un nuevo aeropuerto** en zonas como la V Región (Casablanca o Quillota) en lugar de insistir en la ampliación de AMB.

## Innovaciones Tecnológicas Sugeridas

**Gestión Colaborativa (A-CDM):** Implementar sistemas de toma de decisiones compartidas entre aerolíneas, controladores y servicios de tierra para optimizar la eficiencia.

**Inteligencia Artificial:** Uso de IA para identificación facial, procesos de registro automáticos y un “**gemelo digital**” del aeropuerto para simular situaciones de emergencia.

**Movilidad Autónoma:** Implementación de un tren interno automático (APM) para el traslado de pasajeros entre terminales.

## Seguridad y Logística

**Seguridad Operacional:** Se recomienda el uso de sistemas EMAS (frenado de emergencia en pista) y sistemas de aterrizaje de alta precisión en todas las pistas.

**Seguridad Policial:** Ante la duplicación de operaciones, es imperativo reforzar el control de transporte ilegal, delitos transnacionales y contar con zonas seguras para el resguardo de pasajeros ante ataques masivos.

**Infraestructura de Combustible:** Necesidad de nuevos oleoductos y sistemas de almacenamiento que cumplan con estrictas normativas ambientales.

Este informe fue coordinado por Rodrigo Suárez y cuenta con la participación de especialistas como Cristián Carvallo, Sergio Wilhelm y Eduardo Guevara.

## 13. APP-Concesiones modelos de colaboración público-privada para la infraestructura y los servicios públicos

Coordinador de la mesa: Mauricio Castillo  
Álvaro González, Sofía González, Marisa Kausel  
Patricio Lavanderos, Mauricio Martínez , Gastón Oróstegui

---

A continuación, presento un resumen detallado de los puntos clave abordados en este archivo:

**Alianzas Público-Privadas (APP)** y el régimen de concesiones en Chile como herramientas estratégicas para el desarrollo de infraestructura nacional.

### Diagnóstico de la Situación Actual:

Se identifica un **estancamiento económico y productivo** en el país, con una caída en la inversión y en la productividad total de factores.

El modelo de concesiones muestra signos de agotamiento debido a la fragmentación institucional, la falta de planificación integrada y la limitada participación ciudadana.

Existe un déficit crítico de infraestructura en sectores clave como transporte ferroviario, portuario, salud, energía y gestión hídrica.

## El Problema de la “Permisología”:

Se destaca la **excesiva burocracia** como una barrera estructural. Los permisos sectoriales y ambientales pueden extender la tramitación de proyectos por más de 10 años en Chile.

Se propone una reforma basada en la **ventanilla única digital (plataforma SUPER)** y el uso del silencio administrativo positivo para agilizar procesos.

## Infraestructura de Transporte y Logística:

**Ferrocarriles:** El sistema sufre de infraestructura obsoleta y una deuda financiera superior a los US\$4.000 millones. Se propone separar los roles de infraestructura y operación, y fomentar la inversión privada mediante concesiones para carga.

**Puertos:** Se advierte sobre la necesidad de una nueva estrategia portuaria nacional, especialmente ante la competencia del puerto de Chancay en Perú.

**Carreteras:** Es necesario retomar el ritmo de concesiones para reducir la congestión y mejorar la seguridad vial.

## Infraestructura Social (Salud y Penitenciaria):

**Salud:** Chile tiene una tasa de 1,92 camas por cada 1.000 habitantes, muy por debajo del promedio OCDE (4,65). Se requiere construir aproximadamente 407 nuevos centros de atención primaria y sumar unas 14.500 camas hospitalarias.

**Penitenciaria:** El sistema opera con una sobreocupación del 140%. Se estima que para 2030 faltarán unas 22.500 plazas, lo que requiere un plan de construcción urgente bajo el modelo de concesiones.

## Sector Energético:

A pesar del avance en energías renovables, hay una falta de flexibilidad y capacidad de transmisión que provoca vertimientos de energía (energía producida que no puede ser transportada).

Se recomienda modernizar el marco regulatorio para fomentar el **almacenamiento energético** y mejorar la coordinación entre generación y transmisión.

## Propuestas Estratégicas Generales:

Crear un **Plan Nacional de Infraestructura** con visión de largo plazo que trascienda los ciclos políticos.

Fortalecer la capacidad técnica y regional de la Dirección General de Concesiones.

Establecer criterios de **flexibilidad contractual** para adaptar los contratos de largo plazo a cambios tecnológicos o sociales.

Este documento funciona como una hoja de ruta para revitalizar la inversión privada y modernizar la infraestructura crítica del país bajo criterios de eficiencia y sostenibilidad.

---

## E. GOBERNANZA: ESTRATEGIA Y TERRITORIO

---

La presente sección aborda un aspecto fundamental para el desarrollo de la ingeniería en Chile: la relación entre estrategia, territorio y gobernanza. En un escenario donde los desafíos son cada vez más complejos y multidimensionales, la capacidad de articular visiones, coordinar actores y orientar decisiones se convierte en un factor determinante para el desarrollo sostenible del país.

A diferencia de las secciones anteriores, centradas en ámbitos técnicos y sectoriales, este bloque pone el foco en la dimensión institucional y territorial de la ingeniería, destacando su rol como disciplina integradora capaz de conectar conocimiento, innovación, políticas públicas y necesidades sociales.

Los cuatro capítulos que componen esta sección presentan distintas aproximaciones a este desafío.

En primer lugar, se propone un nuevo paradigma para la ingeniería, que trasciende la lógica tradicional centrada en obras individuales y avanza hacia la gestión de sistemas complejos, incorporando conceptos como regiones de impacto, innovación territorial y colaboración multiactor.

En segundo término, se analiza el desarrollo territorial desde una perspectiva regional, destacando el potencial de territorios como Ñuble para articular estrategias de crecimiento basadas en infraestructura, logística, seguridad hídrica y valor agregado productivo, enfatizando la importancia de construir desarrollo desde el territorio y no únicamente desde el nivel central.

En tercer lugar, se incorpora la mirada de la ingeniería de defensa, ampliando el concepto de desarrollo hacia dimensiones como la resiliencia, la seguridad y la soberanía tecnológica. Este enfoque destaca el valor de las capacidades técnicas del país para enfrentar emergencias, fortalecer infraestructuras críticas y reducir dependencias externas.

Finalmente, se presenta una reflexión sobre el rol de la ingeniería en información, gestión y toma de decisiones, destacando la importancia de los datos, la analítica y la estrategia como elementos centrales para el funcionamiento de sistemas complejos y la competitividad futura del país.

En conjunto, estos enfoques convergen en una idea central: el desarrollo de Chile dependerá cada vez más de su capacidad de articular territorio, información y estrategia en forma coherente y de largo plazo.

Esta sección pone de manifiesto que la ingeniería no solo debe responder a desafíos técnicos, sino también contribuir activamente a la construcción de marcos de gobernanza que permitan tomar mejores decisiones, coordinar actores y orientar el desarrollo hacia objetivos compartidos.

Asimismo, se destaca el rol del Colegio de Ingenieros como un actor relevante en este proceso, tanto en la generación de propuestas estratégicas como en la articulación entre el mundo técnico, el Estado, el sector productivo y la sociedad civil.

De este modo, la ingeniería se proyecta no solo como una disciplina que construye soluciones, sino como una capacidad estratégica para diseñar el futuro del país desde sus territorios, integrando conocimiento, tecnología y visión de largo plazo.

## 14. Ingeniería, innovación y gobernanza para el desarrollo territorial sostenible

Consejo Zonal Maule Colegio de Ingenieros de Chile A.G.  
Coordinador: Mario Molina

---

A continuación, se presenta un resumen de sus puntos fundamentales:

### El Nuevo Paradigma de la Ingeniería

**De la Obra al Sistema:** La ingeniería del siglo XXI debe pasar de centrarse únicamente en la construcción de infraestructura a gestionar sistemas socio tecnológicos complejos, como la crisis climática, la seguridad alimentaria y la resiliencia ante desastres.

**Disciplina Integradora:** Se define como una disciplina capaz de articular el conocimiento científico, la innovación tecnológica, las políticas públicas y la participación social.

### Concepto de “Región de Impacto”

**Definición:** Es un territorio que organiza sus capacidades para generar impactos medibles en tres dimensiones: desarrollo económico sostenible, bienestar social y sostenibilidad ambiental.

**Características:** Se basa en ecosistemas de innovación, colaboración multiactor (modelo de **Cuádruple Hélice:** Estado, Empresa, Academia y Sociedad Civil) y el uso intensivo de tecnología.

### Áreas Estratégicas para el Maule

El informe identifica sectores clave donde la ingeniería debe liderar el desarrollo regional:

**Bioeconomía Circular:** Aprovechamiento de recursos biológicos agrícolas y forestales para crear biomateriales y bioenergía.

**Infraestructura Resiliente:** Diseño de obras adaptadas al cambio climático y eventos extremos.

**Transformación Digital:** Uso de tecnologías para mejorar la productividad y la gestión del territorio.

**Energía Sostenible:** Fomento de fuentes renovables y soluciones energéticas descentralizadas.

### Gobernanza e Institucionalidad

**CERDS:** Destaca al Consejo Estratégico Regional de Desarrollo Sostenible (creado en septiembre de 2025) como la instancia clave para articular estas iniciativas.

**Observatorio Regional de Datos:** Propone crear una plataforma de ingeniería de datos e IA para monitorear indicadores de desarrollo y apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia.

### Rol del Colegio de Ingenieros

El Consejo Zonal Maule busca actuar como el **articulador técnico** del ecosistema regional, promoviendo el pensamiento estratégico y vinculando la ingeniería con las necesidades reales de la sociedad civil.

## 15. La ingeniería como motor del desarrollo territorial de Chile

Autor: Ing. Jorge M. Bocaz Bocaz

---

Aquí tienes un resumen detallado de sus propuestas y diagnósticos principales:

### Diagnóstico y Potencial de la Región de Ñuble

**Pilares Productivos:** La región se sustenta en la agricultura frutícola de exportación, el sector forestal en la precordillera y una agroindustria que busca agregar valor.

**Brechas Críticas:** Se identifican limitaciones estructurales como la conectividad vial insuficiente en zonas rurales, infraestructura hídrica limitada para el riego y la falta de plataformas logísticas regionales.

**Oportunidad Estratégica:** Su ubicación entre Maule y Biobío, sumada a su cercanía a los puertos del Gran Concepción, la posicionan como un territorio ideal para la innovación en infraestructura.

### Propuestas Estratégicas Clave

El informe plantea cinco ejes fundamentales para transformar el territorio:

**Corredor Agroindustrial Ñuble-Biobío:** Creación de un “triángulo logístico” en el eje Chillán – Yungay – Cabrero (Ruta N-59) para integrar la producción con la Ruta 5 y reducir costos de transporte.

**Puerto Seco en Chillán:** Instalación de una plataforma logística intermodal que consolide las cargas agrícolas y forestales, facilitando su exportación a través de la red ferroviaria y carretera.

**Aeropuerto Birregional:** Evaluación de un terminal aéreo entre Chillán y Los Ángeles (zona de Yungay/Cabrero) enfocado en la carga de alto valor, conectividad regional y apoyo ante catástrofes.

**Seguridad Hídrica:** Impulso a embalses multipropósito y gestión integrada de cuencas para estabilizar la producción agrícola frente al cambio climático.

**Polo de Construcción Industrializada en Madera:** Aprovechar el recurso forestal local para desarrollar viviendas más baratas, rápidas de ejecutar y con mejor eficiencia térmica.

### Desafíos Transversales

**Pobreza Energética:** La ingeniería debe liderar el diseño de viviendas con mejor aislamiento y el uso de energías renovables para mejorar la calidad de vida en el sur de Chile.

**Resiliencia Climática:** Necesidad de rediseñar obras viales e hidráulicas bajo criterios de resiliencia para enfrentar eventos climáticos extremos.

**Transformación Digital:** Incorporación de Inteligencia Artificial y modelación territorial para optimizar la planificación pública y reducir errores en proyectos complejos.

El documento concluye que el desarrollo regional no debe dirigirse desde la capital, sino construirse desde el territorio con visión estratégica y rigor técnico local.

## 16. Ingeniería de Defensa y su aporte a la ingeniería chilena ante su futuro,

Consejo de la Especialidad de Defensa del Colegio de Ingenieros de Chile  
Coordinador: Rodrigo Barriga

---

A continuación, se presenta un resumen de sus puntos clave:

### Definición y Alcance

**Visión Amplia:** La ingeniería de defensa no se limita al ámbito operacional militar; abarca el diseño, mantenimiento, modernización e integración de sistemas, infraestructura crítica, geoinformación y apoyo al Estado en emergencias.

**Funciones Duales:** Se destaca el uso de “tecnologías duales” que sirven tanto para la defensa nacional como para beneficio civil, incluyendo la logística en zonas aisladas y la gestión de datos geoespaciales.

### Situación Actual y Ecosistema

**Actores Relevantes:** El documento identifica organismos clave y sus funciones:

- o **FAMAE:** Manufactura, mantenimiento y modernización de sistemas.
- o **IDIC:** Control técnico, validación y certificación de procesos.
- o **IGM:** Generación de geoinformación y cartografía estratégica para la planificación territorial.
- o **CMT:** Ejecución de obras de infraestructura y conectividad en zonas de difícil acceso.
- o **CIITEC:** Foco en innovación, inteligencia artificial, transformación digital y simulación avanzada.

### Desafíos para los próximos 10-20 años

**Transformación Digital e IA:** El reto principal es integrar la IA y la analítica de datos con criterios de ética, gobernanza y supervisión humana.

**Ciberdefensa:** Ante la dependencia digital, la ingeniería debe aportar en el diseño resiliente de sistemas y la protección de infraestructuras críticas públicas y productivas.

**Cambio Climático:** Se proyecta una mayor demanda de infraestructura logística y de comunicaciones robustas para enfrentar eventos climáticos extremos y desastres naturales.

**Autonomía Estratégica:** Reducir la dependencia tecnológica externa en componentes críticos mediante el fortalecimiento de la I+D+i nacional.

### Aporte al Desarrollo Nacional

**Transferencia de Conocimiento:** Los estándares de calidad, seguridad y confiabilidad de la defensa pueden aplicarse a sectores productivos civiles.

**Resiliencia Territorial:** Aporte directo en la gestión de emergencias a través de capacidades logísticas y de toma de decisiones basadas en evidencia técnica.

**Capital Humano:** Necesidad de formar profesionales interdisciplinarios que dominen áreas como la ciberseguridad, geoinformación y gestión de sistemas complejos.

### Propuestas Estratégicas

**Agenda Gradual:** Se propone una coordinación permanente entre el Ministerio de Defensa, la academia y la industria para desarrollar portafolios de proyectos tecnológicos.

**Rol del Colegio de Ingenieros:** Actuar como puente técnico entre las especialidades y el Estado, promoviendo el debate público basado en evidencia y estándares profesionales.

En conclusión, el informe posiciona a la ingeniería de defensa como una **habilitadora estratégica** que fortalece la soberanía, la seguridad y la capacidad de respuesta de Chile ante los desafíos digitales y climáticos del futuro.

## 17. Estrategia e información para el futuro: ideas para la nueva ingeniería y el desarrollo

Autores: Christian Cancino del Castillo, Teresa Collados y Carlos Jeria

---

Aquí tienes un resumen de sus ejes principales:

### La Ingeniería como “Sistema Nervioso” del País

**Visión Obsoleta:** Los autores critican la idea de que solo la ingeniería “dura” (civil, eléctrica) construye el país.

**Nuevo Paradigma:** Si la ingeniería civil construye el “cuerpo” físico (puentes, redes), la Ingeniería en Información y Control de Gestión construye el **sistema nervioso** (datos, logística), y la Ingeniería Comercial, la **capacidad de decisión** y adaptación estratégica.

### El Mercado Laboral y el “Mito de la Saturación”

**Realidad del Talento:** Aunque hay una masificación (más de 75,000 titulados en la última década), el mercado sigue premiando la **excelencia** con sueldos altos (sobre los **\$2.000.000** al cuarto año en instituciones de élite).

**Demanda de Complejidad:** Las empresas no buscan administradores de estatus quo, sino profesionales con base analítica superior para gestionar un mundo de **Big Data** y algoritmos predictivos.

### Desafíos Estratégicos: Demografía y Geopolítica

**Fin del Bono Demográfico:** Chile ha alcanzado una meseta de crecimiento poblacional (tasas de natalidad cercanas a 1,0 hijos por mujer). Esto implica que el crecimiento futuro dependerá exclusivamente del **aumento de la productividad inteligente** y la adopción tecnológica.

**El Eje del Pacífico:** Se propone abandonar la visión “eurocéntrica” del mundo. Chile debe verse como una **plataforma de servicios logísticos** clave en el **Corredor Bioceánico**, conectando el Atlántico con el Pacífico.

### Tecnología y Ética Humana

**Automatización:** La IA está “comoditizando” las labores tradicionales (contabilidad básica, análisis financiero estándar). El ingeniero que no aporte **criterio, ética y pensamiento crítico** será reemplazado por algoritmos.

**Humanidad Aumentada:** Se destaca el rol de la ingeniería en la creación de valor social, como el desarrollo de modelos de negocio para tecnologías de inclusión (ej. gafas con IA para personas ciegas).

## Llamado a la Acción

**Para Ingenieros:** Deben pasar de optimizar lo existente a **diseñar lo emergente**, siendo capaces de auditar algoritmos y gestionar equipos híbridos (humanos y bots).

**Para Policy Makers:** El Estado debe modernizarse abandonando “mapas obsoletos” y basando el desarrollo en **datos reales** y una integración regional audaz con Sudamérica.

COMITÉ EJECUTIVO

**Presidente**

Hernán de Solminihac T.

**1er. vicepresidente**

Sergio Contreras A.

**2o. vicepresidente**

Juan Carlos Latorre C.

**Secretario general**

Sergio Wilhelm F.

**Directora tesorera**

María Luisa de la Maza M.

COMITÉ EDITORIAL

**Recopilación de textos**

Sergio Wilhelm F.

**Edición**

Hernán de Solminihac T.

Sergio Contreras A.

**Diseño**

Juan Santapau A.