

PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS DE LA INGENIERÍA CHILENA

SÍNTESIS

2000

COMISIÓN DE DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS DE LA
INGENIERÍA CHILENA

Presidente: *Jorge Yutronic*

Miembros de la Comisión:

*Américo Albala
Elías Arze Loyer
Mario Campero
Jorge Cauas
Raúl Espinosa
Roberto Fuenzalida
Carlos Mercado*

*Raquel Alfaro
Juan Carlos Barros
Lautaro Cárcamo
Aldo Cipriano
Andrés Fuentes
Pedro Gazmuri
Jorge Yutronic*

Ámbitos de Trabajo.

La Comisión D y P se estructuró en los siguientes ámbitos a cargo de los coordinadores que se indican a continuación y que condujeron subcomisiones *ad hoc*.

Ingeniería y Tecnología.

Coordinador: Andrés Fuentes

Integrantes: Rodolfo Baffico, Atilio Barros, Juan Carlos Barros, Sally Bendersky, Georgina Díaz, Ladislao Errázuriz, Andrés Fuentes, Sergio Guiraldes y Raúl Montealegre.

Ingeniería y Medio Ambiente.

Coordinador: Mario Campero

Integrantes: Mario Campero, Luis Cifuentes, Ricardo Katz, Sergio Lorenzini, José Miguel Sánchez.

Ingeniería y Sociedad.

Coordinador: Pedro Gazmuri

Integrantes: Raquel Alfaro, Alvaro de la Barra, Bernardo Domínguez, Raúl Espinosa y Pedro Gazmuri.

Obras y realizaciones de la Ingeniería.

Coordinador: Elías Arze Loyer

Globalización, Cambio Internacional e Ingeniería.

Coordinador: Lautaro Cárcamo

Integrantes: Lautaro Cárcamo, Raúl Espinosa, Aron Grekin y Carlos Rodríguez.

Educación en Ingeniería:

Coordinador: Aldo Cipriano

Integrantes: Américo Albala, Raúl Benavente, Aldo Cipriano, Pedro Gazmuri y Roberto Muñoz.

Comité editorial: Jorge Yutronic, Pedro Gazmuri, Juan Carlos Barros, Carlos Gauthier.

Agradecimientos: *Se agradece en forma especial la valiosa colaboración del Ingeniero Raúl Uribe S. en la edición de este informe.*

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de los cambios socio-políticos a nivel mundial, la globalización de la economía y el desarrollo tecnológico se están alterando las distintas formas de trabajar y, en particular, el quehacer de la Ingeniería.

También se está produciendo un significativo vínculo entre la concepción e implantación de nuevas ideas y el uso de nuevos productos, procesos y servicios por parte de la sociedad, y la Ingeniería, como un ámbito de impacto sustantivo de la tecnología, ha llegado a tener un rol protagónico en este tipo de actividades.

Estos cambios requieren ser bien comprendidos y asimilados para poder obtener un beneficio positivo en un contexto social determinado. Esto ha sido una preocupación permanente en la mayoría de los países desarrollados, a la cual Chile no ha estado ajeno.

Con este fin, el Instituto de Ingenieros de Chile asumió la iniciativa de formar la Comisión de Desafíos y Perspectivas de la Ingeniería Chilena (D y P), justamente con el propósito de estudiar estas transformaciones, analizar sus impactos y, a partir de ellos, establecer cuales son los principales desafíos para la ingeniería chilena y su contribución al desarrollo del país.

*Esta Comisión generó en definitiva tres documentos: el **Informe Final** de este trabajo, en el que se exponen en detalle el procedimiento general, el método principal y los conceptos fundamentales que guiaron el accionar de la Comisión y las Subcomisiones, y como Anexos los resultados de las encuestas de desafíos y perspectivas. El segundo documento corresponde a la pre-*

sente **Síntesis**, en el cual se ha reunido lo que se han estimado aquellos aspectos y conclusiones más relevantes del trabajo realizado y que confiamos se constituirá en definitiva en el documento de discusión y distribución. Por último, se ha confeccionado también un **Resumen Ejecutivo**, que esperamos sea un documento de presentación que motive a sus destinatarios a estudiar con detención la labor realizada por el Instituto de Ingenieros de Chile.

Para los efectos de esta síntesis, será necesario reiterar brevemente en qué consiste la distinción que se hace entre perspectivas y desafíos. Por “**perspectivas**” entenderemos aquellas tendencias que se puedan identificar actualmente, y se proyectan en el tiempo, ya sea en los ámbitos tecnológicos, sociales, políticos, etc., y que reflejan las principales transformaciones de la sociedad. Por “**desafíos**” entenderemos aquellos retos que deben ser asumidos para lograr un mejor desarrollo del país y de su población, éstos implican el ejercicio de la voluntad de los actores respectivos.

El establecimiento de desafíos se sustenta en el conocimiento y análisis de las perspectivas, ya sea tomándolas como causas, cuando son positivas, o neutralizándolas cuando representan aspectos negativos. El análisis y síntesis de perspectivas y desafíos se realizó para un horizonte de tiempo de una generación (25-30 años).

Por último, debe tenerse en cuenta que por tratarse el presente documento de una síntesis, hemos agrupado las 56 perspectivas y los 48 desafíos que se contienen en el documento principal, efectuando su análisis por ámbitos sólo de los que hemos estimado de mayor relevancia o que pueden constituirse en un aporte a ser destacado.

CAPITULO I PERSPECTIVAS DE LA INGENIERÍA CHILENA

SÍNTESIS DE PERSPECTIVAS

- 1 *El crecimiento de la población y las exigencias de mejor calidad de vida provocarán necesidades importantes de recursos y medios.*
- 2 *Los recursos naturales escasearán progresivamente y en algunos casos se agotarán.*
- 3 *En la elaboración de productos industriales continuará la sustitución de recursos y la tendencia a reducir costos de los productos, procesos y servicios.*
- 4 *La globalización de la economía afectará todas las actividades humanas, aumentando la integración de Chile con otros países.*
- 5 *La sociedad avanza hacia formas de vida y trabajo mucho más tecnificadas, la realización de tareas será más automatizada y mecanizada.*
- 6 *El desarrollo económico-social del país continuará basado en sus ventajas competitivas, como las características de su población, sus recursos económicos, la calidad de sus instituciones y su política económica.*
- 7 *La enseñanza y práctica de la Ingeniería será transformada como consecuencia de las tecnologías de la infocomunicación y las necesidades de la sociedad.*
- 8 *Continuará la evolución especializadora e integradora entre las diversas ramas de la Ingeniería, apareciendo cada vez más necesaria la formación humanista y en ciencias sociales.*
- 9 *La investigación, innovación y desarrollo tecnológico continuarán como factores determinantes en el progreso económico-social del país, como también en el de sus empresas.*
- 10 *El cuidado y conservación del medio ambiente, la calidad y seguridad de las obras, determinarán la necesidad de aumentar la responsabilidad social del ingeniero, como una respuesta a la exigencia ética que hace la sociedad.*
- 11 *La intervención de los gobiernos para fomentar el desarrollo económico tomará nuevas formas según la realidad de cada período.*
- 12 *Se consolidarán como factores significativos en el desarrollo, la capacidad del país para atraer inversiones, la economía de exportaciones, el crecimiento del mercado interno, la eficiencia en el gasto social.*

VISIÓN GENERAL

La síntesis de perspectivas que hemos efectuado, nos permite obtener una visión general de ellas que hemos agrupado en las siguientes afirmaciones:

Para el desarrollo de Chile la energía termoeléctrica y otras formas de energía serán cada vez más necesarias.

a) La Ingeniería influye en casi todas las esferas de la actividad humana.

Con el transcurso del tiempo, debido tanto a su alto contenido tecnológico como a su impacto social, la Ingeniería ha ido progresivamente participando en todas las diversas actividades humanas. De las obras civiles y de la ingeniería militar, progresivamente fue abordando el desarrollo de las máquinas y el diseño de diversos productos y servicios, asociados por ejemplo a la alimentación y a la actividad silvoagropecuaria, hasta llegar al gran protagonismo actual en las tecnologías de la información.

Surgirán nuevos o diferentes productos, procesos y servicios.

La actividad humana se desplazará a otras áreas en particular más creativas.

b) La Ingeniería se renueva con dinamismo produciendo tanto nuevo valor como obsolescencia.

La Ingeniería se está renovando con una velocidad importante y, al mismo tiempo, con un grado significativo de impacto. Esto se debe, por una parte al avance del conocimiento científico y tecnológico y, por otra, a los beneficios que su aplicación produce en el mercado y en la sociedad.

Este avance de la Ingeniería genera nuevo valor, el cual se refleja en nuevos conceptos, nuevos productos, nuevos servicios, nuevas organizaciones, o mejoramiento de las existentes. Pero, también provoca obsolescencia. Esto significa que hay conocimientos, productos y otras entidades que estaban vigentes y que dejan de serlo, dando curso a otros que los reemplazan.

La globalización desafiará la capacidad del país para generar nuevas ventajas competitivas a nivel internacional, produciéndose con ello oportunidades y amenazas.

La Ingeniería y los ingenieros seguirán siendo factores importantes en el desarrollo del país, y en nuestro caso alcanzarán un alto protagonismo.

Esta tendencia de la Ingeniería a recrearse plantea una serie de desafíos a la sociedad moderna, entre los cuales está el saber aprender, pero también el desaprender, eliminando aquellas prácticas que han dejado de ser válidas.

c) La Ingeniería está cada vez más influenciada por las necesidades e intereses de la sociedad.

En la medida que la sociedad va comprendiendo de mejor forma el aporte de la Ingeniería y las organizaciones sociales públicas y privadas se hacen más conscientes del potencial de ella, entonces, las necesidades e intereses sociales aumentan su grado de interés en participar en la determinación de objetivos, diseños y obras de la Ingeniería.

Cambiará la enseñanza de la ingeniería en Chile, que preparará profesionales para asumir tareas y roles más relevantes y dinámicos que los actuales.

d) Se están desarrollando nuevas prácticas de la Ingeniería que la están transformando profundamente.

Como consecuencia de los cambios señalados en las perspectivas que se examinan en este trabajo y también de los propios cambios internos en el mundo de la Ingeniería, la práctica de ella se está transformando significativamente. Ello ocurre por ejemplo con la incorporación creciente de las necesidades de los clientes y usuarios en los diseños de ingeniería y con los nuevos métodos cuantitativos y computacionales.

Aparecen en escena cambios que la hacen más interactiva, más rápida y más convergente con otras formas de trabajo provenientes de diversas disciplinas; surge también la integración de las diversas disciplinas de la ingeniería y de los ingenieros con otros profesionales, coordinándose e interactuando para trabajar en equipo. Estas nuevas prácticas, a su vez, están alterando los fundamentos de la Ingeniería.

Los ingenieros deberán coordinarse e integrarse con el ejercicio de otras profesiones que, debido a la evolución social, pasarán a tener un rol tanto o más relevante que la ingeniería.

Cobrará cada vez mayor protagonismo la toma de conciencia social sobre la relación entre industria y trabajo por una parte, y el ambiente por la otra.

La ingeniería chilena continuará vinculada a las inversiones que se realicen en Chile y el extranjero.

A. PERSPECTIVAS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA Y SU RELACION CON LA TECNOLOGIA.

La tecnología ha sido y seguirá siendo un medio muy efectivo para resolver las necesidades materiales de los seres humanos, y los ingenieros son profesionales que han contribuido y contribuyen en forma significativa a la creación, perfeccionamiento y transferencia de los medios tecnológicos como solución de problemas y creación de nuevas oportunidades. Así, la tecnología tendrá cada vez un rol más relevante, ya que ella está presente en prácticamente todos los productos, sean estos bienes o servicios, tangibles o intangibles, como también en los sistemas y procesos para su obtención.

La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional ⁽³²⁾
La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico-social y de la competitividad de un país moderno ⁽³¹⁾

Factores de crecimiento socio-económicos más significativos en el pasado, tales como la mano de obra y los recursos naturales de bajo costo, están perdiendo relevancia y continuarán haciéndolo a futuro, al compararla con otros factores en ascenso como la tecnología.

La innovación tecnológica constituye un pilar estratégico fundamental de acción para los países al crear ventajas competitivas más duraderas y significativas.

La investigación y desarrollo se ha constituido en una actividad determinante para producir innovación tecnológica, tanto en productos como en mercados, contribuyendo directamente a generar nuevos conocimientos, cuya utilización permite cambiar las formas de trabajo existentes por otras mejores.

Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la ingeniería, coordinándose e integrándose su práctica con el ejercicio de otras profesiones.
^(27, 30)

Las formas de trabajo de la ingeniería tradicional están resultando insuficientes para abordar en forma integral el progreso tecnológico y su relación con la sociedad.

El desarrollo tecnológico requiere un tratamiento cada vez más multidisciplinario, que integre la Ingeniería con las demás disciplinas de las ciencias naturales, de las ciencias sociales, e incluso de las humanidades.

B. PERSPECTIVAS EN EL AMBITO DE LA INGENIERIA Y SU RELACION CON LA SOCIEDAD.

La Ingeniería ha tenido siempre un vínculo directo con su entorno y la sociedad, y a partir de la Revolución Industrial este vínculo fue aumentando progresivamente hasta convertirse en un motor de transformación social.

Este proceso creció en magnitud durante el Siglo XX, proyectándose con fuerza en el Siglo XXI.

La sociedad moderna es, en cierta medida, un reflejo de los avances de la Ingeniería y se ha hecho dependiente de sus aportes.

Las exigencias de mejor calidad de vida de la población continuarán aumentando. ⁽⁶⁾

Los miembros de la sociedad, en su calidad de consumidores y de ciudadanos, están teniendo un papel preponderante, a través de sus decisiones de adquisición de bienes y servicios así como de sus exigencias de mejor calidad de vida.

Conocer las formas de vida en otros países o comunidades más desarrolladas tiene como consecuencia un aumento de expectativas sobre sus propias vidas y su entorno, produciendo demanda por más y mejores productos y servicios.

La sociedad avanza hacia formas de vida y trabajo más tecnificadas. ⁽¹⁸⁾

Las tecnologías de información se han ido incorporando prácticamente a todos los aspectos del quehacer humano, al punto que están modificando las formas de vida de las personas y en particular, sus formas de trabajo.

En general, las formas como los individuos viven y trabajan están siendo profundamente alteradas como consecuencia de la introducción masiva de las nuevas tecnologías.

La realización de tareas será cada vez más automatizada y mecanizada, desplazando la labor humana hacia actividades más creativas, entre otras. ⁽¹⁹⁾

La presencia cada vez más importante de la tecnología en la vida y en el trabajo de las personas, ha llevado a la automatización de muchas de sus tareas habituales. La Ingeniería está siendo un instrumento clave en este proceso evolutivo, por su intervención en el desarrollo de máquinas, sistemas y organizaciones.

Esta tendencia está provocando desplazamiento laboral, aumento del tiempo libre, creando espacios para que los individuos orienten sus esfuerzos a otras actividades, en particular a aquellas de carácter más creativo.

La calidad y seguridad de las obras de Ingeniería serán cada vez más importantes en la vida de las personas. ⁽⁴⁰⁾

La ciudadanía plantea exigencias cada vez mayores en otros aspectos, como por ejemplo, de seguridad de las obras y productos de ingeniería; hay un requerimiento creciente en el sentido que la Ingeniería chilena ha de estar atenta a estas nuevas dimensiones de calidad y seguridad de las obras que ejecuta, y adaptar sus formas de trabajo de modo de anticiparse con ellas.

Las necesidades básicas de la población (alimentación, vivienda, transporte, etc.) seguirán siendo un ámbito significativo del quehacer de la Ingeniería. ⁽⁴²⁾

El aumento de la población y de sus demandas crecientes, así como la complejidad mayor que provoca la vida moderna, plantea una cantidad relevante de necesidades todavía insatisfechas y de necesidades que se renuevan. Por ello, las necesidades básicas y su solución continuarán demandando más y mejor ingeniería, para lo cual las metodologías de la ingeniería, y en particular de la ingeniería industrial, pueden ser muy eficaces para contribuir a satisfacer estas necesidades, que involucran esencialmente aspectos de gestión y de comportamiento de los individuos.

La participación de la Ingeniería y de los ingenieros continuará siendo un factor importante en el desarrollo del país. ⁽²⁸⁾

La Ingeniería nacional ha tenido y tiene una participación gravitante en el desarrollo del país, especialmente en lo referente al desarrollo de su infraestructura de transporte, sanitaria, de agua, de telecomunicaciones, al desarrollo energético, a la explotación racional de sus recursos naturales, al desarrollo empresarial y a la definición de marcos regulatorios apropiados para diversos sectores de la economía. Aumentar la necesidad de inserción de Chile en la comunidad internacional y a una economía globalizada, ya que plantean demandas por contenidos tecnológicos que la Ingeniería debe proveer, tales como diseños de productos y obras aptas para la competencia mundial y capacidad de gestión para lograr su éxito en los mercados.

La eficiencia en el gasto social se consolidará como un factor más de desarrollo del país. ⁽⁴⁹⁾

En la medida que se ejecuta eficientemente, el gasto social es una de las principales herramientas a través de la cual puede lograr una mayor igualdad de oportunidades, y particularmente un mayor nivel de equidad social. Esta última constituye una pieza clave de la estabilidad política del país, y por ende de su sustentabilidad socio-económica.

La Ingeniería está siendo llamada a involucrarse más decididamente en acciones que propendan a una mayor eficiencia del gasto social, aportando sus propias metodologías, herramientas y visiones, como también en lo que se refiere a infraestructura, productos, servicios y organización.

La cooperación entre empresas continuará siendo un factor que debe reconocerse como relevante en el desarrollo económico-social de los países; esta cooperación incrementa su valor al darse además con las universidades y otras instituciones. ^(36, 37)

El marco de competencia que se produce en la economía social de mercado genera también espacios para la cooperación entre las empresas, que es un

referente para la capacitación y la educación continuada de sus profesionales y técnicos.

La cooperación puede ser especialmente relevante en iniciativas de desarrollo tecnológico conjunto, que tanta falta hace en Chile, y en la incorporación de tecnología importada o en la exploración de nuevos mercados internacionales.

La integración en el trabajo de diversas profesiones es cada vez más importante para que cada una de ellas pueda efectuar su aporte efectivo. ⁽⁵⁶⁾

Las nuevas formas de organización de la economía, junto con su creciente globalización, han llevado a que los desafíos profesionales sean cada vez más multi-facéticos y multi-disciplinarios.

Todo lo anterior, está requiriendo en forma creciente, y continuará haciéndolo en el futuro, una integración de profesiones que tradicionalmente desarrollaban sus funciones en forma desconectada.

C. PERSPECTIVAS EN EL AMBITO DE LA INGENIERIA Y SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE.

Por su alto contenido tecnológico, la Ingeniería interviene y altera la naturaleza y la sociedad. Por ello, ha tomado un gran protagonismo en las últimas décadas, situación que sigue vigente y que impacta a diversos sectores de la población, por lo que se plantean nuevos desafíos.

El desarrollo de las actuales y el descubrimiento de nuevas tecnologías de materiales (aleaciones, polímeros, biomateriales, etc.) afectarán la práctica de la ingeniería. ⁽⁴⁾

Los ingenieros son llamados a ocuparse de que su ejercicio profesional colabore a que el impacto de las nuevas tecnologías sobre el ambiente sea positivo o, a lo menos, de magnitud controlable.

Estos avances han abierto nuevos campos de acción para la ingeniería, como por ejemplo en biotecnología con sus contribuciones en genética, el

desarrollo de materiales más livianos, más versátiles, más baratos y reciclables. Por otra parte, el aumento de la población y de sus exigencias plantea nuevos requerimientos de productos y servicios.

Los nuevos materiales, sean inanimados o biológicos, introducen la necesidad de nuevos procesos de desarrollo y uso que modifican las prácticas habituales de la Ingeniería.

Por lo anterior, la práctica de la Ingeniería se está haciendo más multifacética e interdisciplinaria, incorporando conceptos y formas de trabajos provenientes de diversas áreas del conocimiento. Asimismo, sus efectos se proyectan sobre otros ámbitos de la vida humana, como por ejemplo la alimentación y salud.

Otras formas de energía, distintas de la hidroeléctrica y termoeléctrica, serán también necesarias para el desarrollo de Chile. ⁽¹²⁾

El consumo per cápita en Chile debería aumentar significativamente en la medida que alcance los niveles de vida de países avanzados. En Chile también se hará crecientemente más difícil el uso de los recursos hidroeléctricos y aumentará, entonces, la participación de los recursos térmicos (combustibles como gas y petróleo, y energía geotérmica). Por lo que con el tiempo deberá pensarse en el uso de nuevas formas de energía, más limpias, incrementando las demandas por utilizar energía solar, eólica u otras fuentes energéticas.

La sociedad completa, y particularmente la Ingeniería, deben prepararse para este escenario.

La globalización de la economía continuará influyendo en todas las actividades humanas, generando oportunidades y amenazas para ellas. ⁽¹⁷⁾

La globalización de la economía puede impactar directamente sobre el ambiente, en una magnitud que puede ser importante; existen opciones de desplazamiento de industrias contaminantes desde lugares que luchan por disminuir su efecto en el ambiente, hacia lugares de menos desarrollo, con baja contaminación, escasa regulación ambiental y alta necesidad de trabajo.

Las actividades económicas, en particular los encadenamientos productivos, serán cada vez más globales y por consiguiente las normas y regulaciones necesariamente deberán irse integrando.

El cuidado y protección del medio ambiente cobrará cada vez más protagonismo en la vida y actividades del país y su población. ⁽³⁹⁾

Continuará el levantamiento de la conciencia social sobre la relación entre industria y trabajo por una parte y el ambiente por la otra. Esto demuestra una actitud más positiva de la población hacia el cuidado del entorno, en

particular en temas tales como: residuos, contaminación, desaparición de especies, etc. La necesidad social de seguir creando y manteniendo industrias que pueden afectar el equilibrio entre desarrollo económico-social y ambiente, mantendrá el debate sobre los equilibrios deseables para el país y cuáles serían las nuevas formas de trabajo que hay que desarrollar.

En el ejercicio de la ingeniería se establecerá la necesidad de aumentar la responsabilidad social del ingeniero. ⁽⁴¹⁾

La tecnología se usa cada vez más y en forma más intensa. Los efectos de la tecnología sobre las personas aumentan y también sus efectos inesperados o indeseados.

La Ingeniería es un medio determinante en la aplicación y uso de las tecnologías, las personas cada vez exigen más confiabilidad y calidad a las obras y realizaciones de la ingeniería, por lo que se prevé que la sociedad exigirá del ingeniero una mayor responsabilidad social.

D. PERSPECTIVAS EN EL AMBITO DE LAS OBRAS Y REALIZACIONES DE LA INGENIERIA.

Las obras y realizaciones de la Ingeniería constituyen los frutos de su práctica y de su cultura. En ellas se incluyen: productos de consumo, maquinarias, obras civiles, bienes de infraestructura, equipamiento militar, servicios de telecomunicaciones, plantas de energía, industrias, sistema de producción, sistemas de explotación de recursos naturales, servicios diversos, métodos de gestión, formas de organización, etc.

La sociedad se ve beneficiada por todos estos productos provenientes de la labor ingenieril. También se ve afectada por algunos de sus efectos colaterales, a veces indeseables.

Seguirá la evolución especializadora de las diversas ramas de la Ingeniería, apareciendo nuevos campos y profundizándose los actuales. ⁽²⁶⁾

La Ingeniería en Chile ha tenido un desarrollo paralelo al del país. Primero fue la ingeniería militar, posteriormente, los requerimientos por construcciones, caminos, puentes y obras hidráulicas impulsaron el desarrollo de la Ingeniería en obras civiles.

El salitre y la gran minería del cobre condujeron al desarrollo de la Ingeniería de Minas, y la industrialización del país impulsó el desarrollo de las especialidades mecánica, electricidad, electrónica, comercial e industrial.

El desarrollo tecnológico ha impulsado en la última década el desarrollo de nuevos campos de especialización como: Ingeniería en agroindustria y alimentos, ingeniería en computación e informática, ingeniería en industrias de la madera, ingeniería agrícola, ingeniería biomédica, ingeniería en materiales.

Esta tendencia continuará evolucionando, abriéndose con ello nuevos campos de acción para el desarrollo de las obras y realizaciones de Ingeniería.

Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería ⁽²⁷⁾
La práctica de la Ingeniería se coordinará e integrará cada vez mas con el ejercicio de profesiones de otros ámbitos (sociólogos, educadores, médicos, militares, etc.) ⁽³⁰⁾

Desde la perspectiva de las obras y realizaciones de la Ingeniería, será cada vez más necesario desarrollar éstas desde un punto de vista multidisciplinario, que integre las diferentes especialidades de la Ingeniería y a ésta con otras áreas del conocimiento.

El ingeniero del futuro, no sólo deberá demostrar capacidad técnica, sino que también deberá ser capaz de formar y liderar equipos multidisciplinarios y multiculturales de trabajo. En su labor, deberá ser capaz de integrar el esfuerzo conjunto de un grupo de profesionales de diferentes áreas del conocimiento que, aportando sus conocimientos específicos en diferentes áreas los orienten a un objetivo común.

La participación de la Ingeniería y de los ingenieros continuará siendo un factor importante en el desarrollo del país. ⁽²⁸⁾

A lo largo de nuestra historia, la Ingeniería nacional ha sido un pilar fundamental en el desarrollo del país. Los ingenieros han tenido una participación directa en la realización de obras fundamentales tales como: expansión de ferrocarriles, construcción de puentes caminos, túneles, obras de riego, centrales de energía, trabajos en minería, industria metalmeccánica, telecomunicaciones, desarrollo empresarial, etc.

La contribución de la Ingeniería al desarrollo del país irá por la vía de crear valor en todas sus formas y, en particular, valor agregado a los productos y servicios que se exportan. La Ingeniería continuará siendo un factor importante en el desarrollo del país mediante su participación en la elaboración de productos de consumo, fabricación de maquinarias, construcción de obras civiles y de infraestructura, desarrollo de servicios de telecomunicaciones, construcción de plantas de energía e industrias, mejoramiento de sistemas de producción y de explotación de recursos naturales, desarrollo de servicios diversos y de métodos de gestión.

Las necesidades básicas de la población (alimentación, vivienda, transporte, etc.) seguirán siendo un ámbito significativo del quehacer de la Ingeniería. ⁽⁴²⁾

La existencia de necesidades básicas insatisfechas, las exigencias de una mejor calidad de vida y el acceso de la población al conocimiento de las formas

de vida en otros países o comunidades tienen como consecuencia el aumento de las expectativas sobre sus propias vidas y su entorno produciendo una demanda por más y mejores productos y servicios.

E. PERSPECTIVAS EN EL ÁMBITO DE LA GLOBALIZACIÓN, CAMBIO INTERNACIONAL E INGENIERÍA.

La globalización de la economía está produciendo muchas transformaciones en los países. Una de ellas es la migración de servicios, entre ellos los de Ingeniería, tanto físicamente como a través de las redes de información.

Las empresas y personas que participan de la Ingeniería se encuentran inmersos en un proceso de cambio que trasciende las fronteras nacionales y que afecta su estabilidad y abre nuevas oportunidades, tanto desde el punto de vista tecnológico como de mercado.

La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico-social y de la competitividad de un país moderno. ⁽³¹⁾
La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional. ⁽³²⁾
A nivel nacional e internacional, la competencia de las empresas continuará siendo un factor importante de desarrollo económico-social de los países. ⁽³³⁾

En los países desarrollados, las actividades de investigación y desarrollo han sido un factor determinante de innovación tecnológica que les ha permitido abrir nuevos mercados y descubrir nuevas necesidades no satisfechas de la población. En el mundo actual de la globalización, es posible pensar que la única capacidad competitiva real está dada por la capacidad de innovación tecnológica, entendida ésta en un sentido amplio (que incluya tecnologías de gestión); esto exigirá a nuestro país ampliar su capacidad competitiva en forma creciente. Para ello, parece inevitable desarrollar nosotros también en Chile una capacidad y una actitud de innovación tecnológica; ésta ya ha dejado de ser una simple aspiración sofisticada que sólo pueden alcanzarla algunas empresas y se ha convertido en un requisito indispensable de nuestra mentalidad productiva como país.

Aumentará la integración económica de Chile con otros países de Latinoamérica. ⁽⁷⁾
Aumentará la integración económica de Chile con los países más desarrollados. ⁽⁸⁾
La economía de exportaciones continuará siendo un factor significativo del desarrollo del país. ⁽⁴⁷⁾

Es evidente que uno de los motores del rápido desarrollo económico observado en Chile en las últimas décadas han sido las exportaciones, que inicial-

mente se desarrollaron en el marco de un comercio internacional libre, sin la presencia de acuerdos sectoriales de libre comercio. Acuerdos de este tipo, como Mercosur, han generado un escenario nuevo, que obliga a negociaciones de diversos aspectos técnicos asociados a la comercialización de productos (tales como tasas arancelarias, compensaciones, etc.). La tendencia a continuar celebrando este tipo de acuerdos se mantendrá en el tiempo, por lo que será necesario poner una especial atención a los servicios de ingeniería, los que presentan características particulares que los distinguen de otros servicios.

El nivel de actividad de la ingeniería chilena continuará fuertemente vinculada a las inversiones que se realicen en el país.

⁽⁴³⁾ **Cada vez más, el nivel de actividad de la ingeniería chilena estará vinculado a las inversiones que se realicen en otros países del continente americano y de otras partes.** ⁽⁴⁴⁾

Las transformaciones económicas en la región latinoamericana se constituirán en forma creciente en una oportunidad para el desarrollo de la ingeniería chilena. ⁽⁴⁵⁾

Es posible afirmar que el nivel de actividad de la ingeniería chilena dependerá en buena medida de las inversiones que se realicen en Chile y en una medida menor, pero creciente, de las inversiones que se realicen en otros países, particularmente del continente americano.

En los últimos 10 años la inversión en Chile, como proporción del PGB, se ha mantenido en un alto nivel, comparable incluso con el alcanzado en algunos países de Asia. Esto se ha logrado con el aporte de la inversión extranjera, particularmente en el Sector Minería.

Dadas las proyecciones mundiales de demanda y consumo de metales, y la creciente competencia de otros países mineros, no es previsible que esta situación se mantenga en los próximos años. Ello conduciría a un excedente de capacidad de ingeniería, que puede aprovecharse en exportar servicios vinculados a las inversiones en el extranjero, que se realicen no tan sólo en el continente, sino que en cualquier país del mundo, particularmente en áreas económicas en las que Chile tenga ventajas competitivas (minería, industrias forestales, desarrollo institucional, sistemas computacionales, gestión de empresas, etc.).

La competencia nacional e internacional entre empresas tomará formas cada vez más transparentes y leales. ⁽³⁴⁾

Esta competencia transparente y leal a nivel nacional como internacional requerirá de marcos conceptuales y cuerpos legales que las establezcan y delimiten. ⁽³⁵⁾

La cooperación entre empresas continuará siendo un factor que debe reconocerse como relevante en el desarrollo económico-social de los países. ⁽³⁶⁾

Los actores de la ingeniería nacional y el sector productivo en general deberán estar particularmente atentos a la suerte de imperfección actual que se

manifiesta en los mercados que parecen poco transparentes y poco leales, según los resultados de la encuesta practicada en este trabajo.

Así, la cooperación entre empresas, que se observa como una práctica habitual en países más desarrollados que el nuestro, puede constituir una forma de contrarrestar las formas más agresivas de competencia, que incluye las prácticas poco transparentes o leales. La cooperación no pareciera constituir una forma de trabajo plenamente establecida en Chile todavía.

F. PERSPECTIVAS EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

Durante varias décadas, la Educación en Ingeniería ha presentado un patrón estable y que ahora no responde apropiadamente a las tendencias de la práctica de esta actividad y a su necesaria contribución social.

Las tecnologías de la infocomunicación están afectando y producirán una transformación en la enseñanza y práctica de la Ingeniería.⁽¹⁾

A su vez, la práctica de la Ingeniería se verá afectada en forma sustantiva por el descubrimiento de nuevas tecnologías en la infocomunicación.⁽³⁾

La sociedad avanza hacia formas de vida y trabajo mucho más tecnificadas.⁽¹⁸⁾

Seguirá la evolución especializadora de las diversas ramas de la Ingeniería , apareciendo nuevos campos y profundizándose los actuales.⁽²⁶⁾

Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería.⁽²⁷⁾

La formación del Ingeniero requiere una mayor especialización en algunos campos, dando también énfasis a la creatividad y a la capacidad de innovación. Al mismo tiempo, es cada vez más necesaria una formación integradora que capacite al ingeniero para interactuar en disciplinas afines y desenvolverse eficientemente en equipos multidisciplinarios. También será indispensable que desarrolle un espíritu emprendedor y una actitud de liderazgo.

En este contexto el rol de la investigación y desarrollo y de la especialización será cada vez más preponderante y la integración de las diversas especialidades de la ingeniería, cada vez más necesaria.

El ingeniero deberá enfrentar esta realidad tratando de generar su propia fuente de trabajo, a través de la creación de nuevas empresas, lo que permitirá además crear empleos para otras personas.

CAPÍTULO II

DESAFIOS DE LA INGENIERIA CHILENA

SÍNTESIS DE DESAFÍOS

1. *Contribuir efectivamente al logro de una explotación sustentable de los recursos naturales del país, a la habitabilidad de las ciudades y del mundo rural.*
2. *Aumentar la productividad y calidad del trabajo donde la ingeniería ejerce diferentes grados de influencia, incrementando el valor agregado, calidad de productos y servicios.*
3. *La ingeniería chilena debe contribuir efectivamente a generar empleo y al aumento de obras, productos y servicios en cantidad, calidad y confiabilidad, disminuyendo los costos de los mismos y agregando mayor valor social.*
4. *Innovar en la educación en Ingeniería y contribuir a que la enseñanza y aplicación profesional se adapte e incluso anticipe, a las necesidades de la sociedad.*
5. *Participar en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel nacional e internacional a fin de globalizar la ingeniería chilena.*
6. *Cooperar significativamente al crecimiento del PIB y al establecimiento de normas y regulaciones apropiadas para el desarrollo del país, cuando sean necesarias, y proponer su eliminación o reducción cuando son innecesarias.*
7. *Ejercer participación y liderazgo en actividades de investigación y desarrollo científico-tecnológico, contribuyendo a crear nuevos productos, procesos, servicios y empresas, apoyando la necesaria transferencia que en estos ámbitos debe darse desde y hacia Chile para la ingeniería nacional.*
8. *Contribuir a una mayor valoración social de las obras, productos, servicios y otros aportes de la ingeniería chilena.*
9. *Dinamizar y acelerar el desarrollo del país, de sus mercados internos, de la calidad de vida de las personas y en general de la sociedad.*
10. *Concebir y aplicar nuevas ideas que surgen de la ingeniería y tecnología, produciendo obras y realizaciones que destaquen a estas disciplinas y sus aportes, y los integren armónicamente con otras profesiones.*

En el contexto de las Perspectivas analizadas en el capítulo anterior, es posible identificar un número significativo de Desafíos para Chile, en los cuales la Ingeniería tiene un rol protagónico, pudiendo efectuar respecto de ellos las siguientes afirmaciones:

Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la Ingeniería.

a) La Ingeniería chilena puede y debe constituirse en un medio relevante, incluso determinante, en la construcción de nuevo valor.

Son variadas las formas específicas a través de las cuales la Ingeniería está participando en el desarrollo de nuevas obras, productos, procesos, organizaciones, etc.

Aumentar la cooperación entre universidades, institutos tecnológicos y empresas, en particular a nivel regional.

Estos aportes se han materializado como consecuencia de una transferencia tecnológica que proviene de distintas partes del mundo, a la cual se une el aporte de la Ingeniería y de otras profesiones locales, mejorando lo que se transfiere, adaptándolo y, en algunos casos, innovando.

Estamos ante una oportunidad significativa de aplicar una Ingeniería más activa, en la cual la innovación permitirá no sólo aumentar la calidad, eficiencia y cobertura de todos sus aportes, sino que al mismo tiempo utilizar la disciplina como una herramienta que produzca un mayor ritmo de los acontecimientos y un mayor acceso de los distintos niveles de la población a sus beneficios.

b) La Ingeniería chilena puede constituirse en una industria significativa con participación internacional.

En una economía que se globaliza crecientemente, se genera una gran oportunidad para las distintas áreas de lo que se podría denominar industria del conocimiento. La Ingeniería es una de ellas y probablemente una de las que tiene más facilidades para acometer esta iniciativa en el campo tecnológico.

Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la capacidad empresarial del país

La Ingeniería chilena ha tenido incursiones interesantes en otras partes del mundo, contribuyendo con su aporte a obras, gestión e industria.

Existe por consiguiente la posibilidad de que la Ingeniería chilena se estructure de una forma que pueda tener no solo una capacidad de exportación de los servicios, sino que una presencia empresarial e institucional arraigada en otros países de la comunidad internacional.

c) La Ingeniería chilena debe tomar la iniciativa en el estudio de los problemas y de las oportunidades de la sociedad chilena en los cuales puede hacer un aporte relevante.

Un gran número de ingenieros se han transformado en líderes en sus respectivos ámbitos en la sociedad chilena, pero ésta no es una actitud generalizada y tampoco está a la altura que se requiere en muchos ámbitos.

Mejorar la cooperación y articulación de empresas chilenas y extranjeras, desarrollando y mejorando a su vez la competitividad de las nacionales y de nuestra Ingeniería.

Chile ha ido acumulando una cantidad importante de problemas y oportunidades que merecen mayor dedicación y mayor concentración de liderazgo. Resolver estos desafíos requiere de un aporte genuino en que la Ingeniería

tiene una contribución sustantiva que hacer, debido a lo dependiente que son dichos temas de los contenidos tecnológicos de esta actividad.

d) La Ingeniería chilena debe renovarse para integrarse y potenciar las obras conjuntas con otras profesiones y oficios.

La Ingeniería chilena se ha desarrollado principalmente a través de la aplicación de sus propios métodos y sus propias formas de trabajo, pero muchos temas modernos del desarrollo económico, empresarial y social requieren de un tratamiento de ellos que integre los conocimientos provenientes de muy diversas disciplinas y actividades.

A su vez, la forma de trabajar de la Ingeniería ha ido cambiando significativamente como consecuencia de los mismos tipos de interacciones que se producen en los diversos campos que labora, como también, de los nuevos métodos y herramientas que se han empezado a utilizar, tales como la computación.

Todo esto nos lleva a una necesidad de renovar la forma de enseñar y ejercer la Ingeniería para acoger de esta manera los signos de los tiempos y lograr mejores beneficios con ellos.

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión y negocios de ingeniería.

Incorporar factores ambientales y sociales a obras, productos y servicios, creando así nuevas oportunidades de desarrollo para el país.

La internacionalización plantea diversos temas de carácter estructural, educativo y de gestión en la actividad de la Ingeniería.

A. DESAFIOS EN EL ÁMBITO DE INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON LA TECNOLOGÍA.

El vínculo entre Ingeniería y Tecnología es intenso, amplio, dinámico y bidireccional. Una Ingeniería de mejor calidad, alcance e impacto, requiere tanto mejor acceso a la tecnología existente como una mayor capacidad de innovación.

Incrementar fuertemente la capacidad de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica con el fin de contribuir significativamente a un rápido progreso de Chile. (11, 34, 35, 36)

Hay campos donde Chile tiene buenas oportunidades para innovar tecnologías. Ellas están asociadas a las actividades de explotación y producción de sus principales riquezas naturales, principalmente en la

minería, pero también en los sectores silvoagropecuario, pesca y acuicultura, como también en algunas actividades de la industria, el transporte, la telecomunicación, la informática, la construcción, el servicio, la defensa, la energía y el agua.

La innovación tecnológica constituye un pilar estratégico fundamental de acción para crear ventajas competitivas más duraderas.

Chile debe aprovechar su buen nivel educacional en Ingeniería en relación con varios otros países y a que hay numerosos profesionales chilenos con gran capacidad de innovación tecnológica formados en nuestro país.

A partir de los Desafíos enumerados, es posible identificar acciones relevantes que deben emprenderse en etapas de preinversión, de inversión y de postinversión, en diferentes niveles tales como educacional, gobierno y empresas e instituciones.

Acciones relevantes

Educación:

Enseñar a identificar, formular y evaluar las ideas de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica.

Potenciar la capacidad de creación, de aprendizaje y la inventiva necesaria para la innovación y desarrollo tecnológico.

Incrementar el contenido científico-tecnológico en la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería chilena.

Fomentar el espíritu de emprendimiento, la actitud de cambio y el trabajo en equipos multidisciplinarios.

Enseñar a realizar una gestión adecuada de los riesgos en los proyectos de innovación tecnológica.

Fortalecer la enseñanza para la promoción de nuevas ideas, proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, a fin de conseguir financiamiento, dirigir, gestionar y controlar proyectos de innovación y desarrollo.

Desarrollar y fortalecer la capacidad de adaptación a los cambios innovativos, incluyendo la evaluación del uso de nuevos productos o tecnologías.

Gobierno:

Desarrollar y ampliar concursos de ideas y proyectos para resolver problemas de carácter nacional o específicos.

Establecer y difundir un clima favorable para que las universidades, centros de investigación y empresas, orienten sus líneas de investigación para enfrentar las necesidades propias del país, creando así una relación directa entre educación, desarrollo y proyecto país.

Ampliar y fortalecer el mercado de financiamiento de proyectos de innovación y desarrollo.

Estudiar la conveniencia de establecer planes de financiamiento en los que participe el Estado como inversionista mediante fondos de capital de riesgo, y fomentar el desarrollo de esta industria.

Establecer una franquicia tributaria (controlada por Conicyt, por ejemplo) para los gastos en innovación y desarrollo tecnológico realizados por las empresas.

Promover la exposición de productos y tecnologías nuevas creadas en el país y fomentar sus exportaciones.

Premiar las mejores innovaciones y desarrollos tecnológicos.

Empresas e Instituciones:

Mejorar eficaz y eficientemente la selección, adaptación, desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías en la transferencia tecnológica internacional.

Premiar las ideas sobre innovación y desarrollo tecnológico que nacen al interior de la empresa. Asegurar los derechos de propiedad de las innovaciones a sus autores e inversionistas.

Aumentar sustancialmente la inversión en Ciencias y Tecnología, en particular en empresas privadas cuya participación total debiera ser muy superior a la estatal.

Contribuir a mejorar significativamente la cooperación y articulación de las empresas chilenas y extranjeras (formando grupos, cadenas de valor, alianzas, desarrollo de proveedores, etc.), así como la cooperación entre universidades, institutos tecnológicos y las propias empresas.

Ampliar y desarrollar diferentes planes de financiamiento de proyectos de innovación. En particular crear y desarrollar fondos de inversión de riesgos y crear mecanismos para acceder fácilmente a fondos extranjeros.

Buscar alianzas entre empresas, instituciones y gobierno para la transferencia tecnológica privilegiando los campos de mayor interés.

Dentro de las propias empresas crear grupos dedicados a realizar innovación y desarrollo tecnológico, con su propia infraestructura de trabajo (plantas pilotos, laboratorios y equipamiento adecuado) o en coordinación con universidades u otros centros.

Ampliar y desarrollar una infraestructura de laboratorios y otros medios.

Fortalecer los mecanismos de evaluación para la incorporación de nuevas tecnologías en el trabajo, incluyendo la aplicación y comercialización de las ideas exitosas.

Fortalecer los mecanismos de protección de las innovaciones tecnológicas y de respeto y reconocimiento de los derechos de autor y de propiedad industrial.

B. DESAFIOS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERIA Y SU RELACION CON LA SOCIEDAD.

Las personas y la sociedad se han hecho dependientes de los aportes de la Ingeniería.

Esta relación se expresa de manera cotidiana en la satisfacción de las necesidades y aspiraciones de las personas. Estos requerimientos son las bases de los desafíos que la Ingeniería debe asumir, como también dar respuestas y crear nuevos espacios de acción para una vida más digna y próspera.

Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la capacidad empresarial del país. ⁽²⁴⁾

La capacidad empresarial es un concepto amplio; involucra la capacidad para emprender nuevas empresas y proyectos, de mantener las existentes, y de mejorar la capacidad de asumir riesgos y la capacidad de liderazgo y gestión.

Acciones relevantes

Invitar a las universidades a realizar una revisión curricular para incorporar estas dimensiones en la formación del ingeniero.

Atraer al país la instalación de empresas extranjeras que aporten capacidades que el país no tiene todavía y que demorará o no podrá obtener por otra vía.

Crear un ambiente favorable para la generación de “Spin off” en las grandes empresas chilenas.

Promover la creación de empresas, en particular entre los jóvenes y en las tecnologías emergentes.

Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la competitividad de las empresas chilenas. ⁽²⁵⁾

Se advierte la necesidad de mejorar nuestras capacidades empresariales, para enfrentar una competencia a nivel global mucho más intensa, con todo tipo de empresas, y en particular con grandes conglomerados transnacionales.

Resulta imprescindible mejorar los niveles de competitividad de las empresas chilenas, desarrollando nuevas formas de organización y nuevos esquemas de gestión.

Acciones relevantes

Crear conciencia que la Ingeniería debe realizar su aporte en el esfuerzo por crecer en competitividad. A su vez, definir condiciones a nivel gubernamental para que se pueda desarrollar mayor innovación y capacidad empresarial.

Promover la capacitación empresarial en las mejores prácticas de gestión, organización y desarrollo de negocios a nivel internacional

Contribuir a mejorar la calidad y competitividad de la ingeniería chilena. ⁽²⁹⁾

Consecuentemente con lo señalado en el Desafío anterior, las nuevas exigencias de la competencia global requieren una ingeniería que se desarrolle a nivel competitivo, en base a estándares internacionales.

Acciones relevantes

Internacionalizar la ingeniería para acceder a mayores volúmenes de actividad por sector, generando con ello economías de escala.

Introducir una mayor “productización” (reproducibilidad) de la actividad ingenieril. Desarrollar alianzas internacionales.

Promover la educación continuada en ingeniería para introducir las nuevas prácticas.

Innovar en la educación en Ingeniería para adaptar la formación a las necesidades de la competencia internacional.

Contribuir más efectivamente a la realización de obras de ingeniería que satisfagan las necesidades sociales básicas. ⁽⁴¹⁾

Sólo para efectos de este estudio, si entendemos el concepto de obras de ingeniería en un sentido amplio, incorporamos en él todos los resultados de las actividades en las que se involucra la ingeniería moderna: proyectos, productos, métodos de gestión, sistemas de asignación y evaluación del uso de recursos públicos, procesos, sistemas, etc.

Acciones relevantes

Desarrollar seminarios en los que se realice un diagnóstico de las deficiencias actuales en áreas de alto significado social tales como educación, salud y seguridad, y determinar las posibles contribuciones de la Ingeniería.

Incentivar desde la perspectiva de la Ingeniería, una discusión y participación de alto nivel para la proposición de caminos de acción en estos ámbitos.

Aumentar la productividad y calidad del trabajo en los diversos ámbitos de la ingeniería, así como la confiabilidad de sus obras, productos y servicios. ^(5, 6, 15 Y 16)

En el quehacer de la Ingeniería, los conceptos de productividad, calidad y confiabilidad están íntimamente ligados.

Dado que la Ingeniería es un insumo determinante para muchas actividades, su mejoramiento tiene un poder amplificador y potenciador en la sociedad.

Acciones relevantes

Fomentar la incorporación apropiada y oportuna de estos conceptos y criterios en la formación de los ingenieros y en los programas de educación continuada.

Analizar experiencias internacionales en las que se apliquen debidamente estos criterios y difundirlas en los diversos ambientes e instituciones de ingeniería nacional.

Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones y normas apropiadas para el desarrollo del país. ^(31, 32)

El desarrollo económico que ha tenido el país en las últimas décadas ha dejado en evidencia la necesidad de modernizar apropiadamente los sistemas normativos y regulatorios para ciertos sectores de la economía, sin caer en excesos innecesarios y limitantes. Definir estos marcos regulatorios requiere

dilucidar aspectos técnicos no triviales, en los cuales debe involucrarse de un modo decidido la Ingeniería nacional.

Acciones relevantes

Desarrollar seminarios nacionales de alto nivel en los cuales se presenten los antecedentes técnicos que deben necesariamente ser incluidos al momento de definir marcos regulatorios apropiados y eficientes.

Promover el trabajo conjunto de expertos de la ingeniería y de especialistas del área económica y otros ámbitos, para definir estos marcos regulatorios, velando para que se consideren apropiadamente los aspectos técnicos, económicos y sociales.

C. DESAFÍOS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.

El medio ambiente se ha constituido en un tema relevante de la sociedad actual, debido a su creciente consideración como factor determinante de la sustentabilidad de la vida en el planeta, y en particular, de la calidad de vida de las personas.

Acciones relevantes

Colaborar en el proceso de análisis metodológico para avanzar en la forma en que la sociedad chilena quiere entender el *desarrollo sustentable*,

Promover educación apropiada sobre explotación sustentable en todos los niveles posibles, velando por la incorporación de nuevos métodos a la práctica de la ingeniería.

Promover el diseño de regulaciones y normas equilibradas

Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades. ⁽³⁾
Contribuir efectivamente a la habitabilidad del “mundo rural”. ⁴⁾

La habitabilidad es posible de ser mejorada, como ha sido demostrado en varios países, por ejemplo en Europa. Más aún, es posible definir niveles deseados y organizar diversas acciones para lograrlo, tales como: diseños de procesos, creación de instituciones, planificación urbana, etc.

Acciones relevantes

Reforzar la responsabilidad moral y ética del trabajo profesional del ingeniero con relación al ambiente y la vida ciudadana. Estos conceptos deben abordarse desde la niñez y, por supuesto, en la misma universidad, de tal modo que se transforme en una norma de futura conducta profesional.

Establecer apropiadas regulaciones y desregulaciones (mercado).

Integrar el trabajo de la Ingeniería con el de otras profesiones y disciplinas.

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión del ingeniero ⁽¹⁹⁾.

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en los negocios de la ingeniería. ⁽²⁰⁾

Las leyes y reglamentos para el combate de la contaminación deben ayudarse con la comprensión de gobierno, industrias y público en general. Los ingenieros tienen una participación activa en todos estos campos, de modo que resulta importante su capacidad de compromiso con las políticas y conductas ambientales.

La ética es un factor de creciente importancia en la participación de la Ingeniería en la sociedad y en su relación con el medio ambiente, pues introduce el balance entre la acción y sus efectos.

Acciones relevantes

Inculcar el concepto de responsabilidad moral sobre el impacto de los proyectos, de tal modo que se transforme en una norma de futura conducta profesional.

Profundizar en la universidad los conocimientos técnicos del impacto de los proyectos sobre el ambiente.

Realizar educación continuada para actualizar las normas y prácticas éticas en la actividad de la Ingeniería.

Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones apropiadas para el desarrollo del país (medio ambiente, energía, etc.) ⁽³¹⁾

Contribuir efectivamente al establecimiento de normas apropiadas para el desarrollo del país (calidad de productos, etc.) ⁽³²⁾

Cuando un país debe elegir entre la ejecución de un proyecto o la protección del ambiente, muchas veces puede enfrentarse a un dilema. Por ello, es necesario desarrollar buenas regulaciones así como eliminar aquellas que son innecesarias. Las regulaciones deben conciliar la capacidad de mantener la inversión en desarrollo de nuevas riquezas y la capacidad para proteger el medio ambiente.

Acciones relevantes

Realizar investigaciones sistemáticas con relación a costos, beneficios y opciones tecnológicas, referidas a la fijación de normas y regulaciones.

Diseñar apropiadamente los sistemas de implementación y fiscalización de las políticas ambientales.

Incorporar en forma más relevante los factores ambientales y sociales en las obras, productos y servicios de ingeniería. ⁽⁴⁰⁾

Contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad de vida de las personas. ⁽⁴³⁾

Concebir y realizar nuevas formas de hacer Ingeniería basada en la integración armónica con otras profesiones. ⁽⁴⁷⁾

La incorporación de factores ambientales en los proyectos tiende a compatibilizar el interés de las personas en aumentar la producción y calidad de bienes sin descuidar la naturaleza y la sociedad.

Acciones relevantes

Las universidades deben reforzar la importancia del estudio de impacto ambiental en los proyectos, tanto desde el punto de vista técnico como de su manejo en la comunidad.

Hacer participar tempranamente a las colectividades afectadas por los proyectos, en su definición y forma de materialización.

Promover la formación interdisciplinaria de la Ingeniería.

D. DESAFÍOS EN EL ÁMBITO DE LAS OBRAS Y REALIZACIONES DE LA INGENIERÍA.

La Ingeniería chilena ha contribuido con significativos aportes al desarrollo del país. Destacan obras de electrificación, de construcción de infraestructura (vial, portuaria, ferrocarriles, etc.), de desarrollo empresarial, de telecomunicaciones, por señalar algunas.

Estos aportes han merecido reconocimiento público en varias oportunidades durante el Siglo XX. Sin embargo, se han producido cambios radicales. Ya no son suficientes estos tipos de aportes, ya que la sociedad moderna se ha vuelto más exigente respecto de las contribuciones de todas las profesiones, en particular de la Ingeniería.

La Ingeniería se ha transformado en un activo de las sociedades modernas y de las naciones. Su cultivo y ejercicio es determinante para la calidad de vida de la población y la competitividad de la economía, por lo que es necesario un mayor dinamismo e impacto, para lo cual se requiere asumir nuevos desafíos.

Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la Ingeniería chilena. ⁽¹¹⁾

Contribuir significativamente a mejorar la cooperación y articulación de las empresas chilenas y extranjeras (“clusters”, cadenas de valor, alianzas, desarrollo de proveedores, etc.).

⁽²⁶⁾**Ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo e innovación.** ⁽³³⁾

Contribuir significativamente al desarrollo tecnológico. ⁽³⁴⁾

Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica internacional hacia Chile (calidad, cantidad, oportunidad). ⁽³⁵⁾

La Ingeniería chilena debe aumentar la cantidad y calidad de su contenido tecnológico y de su capacidad de gestión.

La realización de las obras de Ingeniería requiere de la existencia de un adecuado y cada vez más intensivo nivel tecnológico.

En efecto, el todavía limitado contenido tecnológico de las actividades ingenieriles chilenas, comparado con el de los países más desarrollados, provoca varias consecuencias: confinamiento de la práctica de ingeniería en tareas de transferencia y adaptación más que de innovación, insuficiente creación de valor agregado, baja “productización” de los conocimientos y metodologías de ingeniería, lo que se traduce en baja productividad, etc.

La competitividad de la ingeniería chilena está amenazada por los significativos avances de la ingeniería proveniente de EUA y Europa, y sus consiguientes procesos de globalización. Existe una importante oportunidad: la trans-

formación de la Ingeniería chilena puede dar lugar a una actividad que amplíe el impacto en Chile y otros países de la región.

Acciones relevantes

Establecer incentivos a las actividades de Investigación y Desarrollo hechas por el sector privado.

Promover por diferentes medios la transferencia de tecnología.

Fomentar el trabajo conjunto entre empresas internacionales y nacionales en áreas de producción, proyectos y construcción, estableciendo convenios que permitan que exista una transferencia tecnológica.

Promover el nacimiento y desarrollo de empresas tecnológicas y de industrias de capital de riesgo.

Proponer sistemas (legales u otros) de colaboración en el trabajo, que incentiven efectivamente la transferencia de tecnología

Renovar la ingeniería chilena de modo de hacerla más competitiva.

Proporcionar apoyo estatal y de asociaciones empresariales a instituciones cuya función sea la transferencia tecnológica.

Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades. ⁽³⁾
Contribuir efectivamente a la habitabilidad del “mundo rural”. ⁽⁴⁾
Contribuir más efectivamente a la realización de obras de ingeniería que satisfagan las necesidades sociales básicas. ⁽⁴¹⁾

Las necesidades básicas de la población y la habitabilidad de los espacios (ciudades, mundo rural) se han vuelto muy dependientes de los aportes de la Ingeniería; así, los tomadores de decisiones públicos y privados se vuelven sobre los actores de la Ingeniería para demandar más y mejores soluciones.

De esta forma, la satisfacción de las necesidades básicas de la población requiere cada vez más aumentar de productividad y calidad en los respectivos sectores.

Acciones Relevantes

Promover una mayor participación de los Ingenieros, en colaboración con políticos, autoridades y otros profesionales en la investigación de las necesidades básicas y en los programas de mejoramiento o solución de ellas.

Mejorar la Educación en Ingeniería para acoger las necesidades básicas de la habitabilidad.

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión de ingeniero. ⁽¹⁹⁾
Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en los negocios de ingeniería. ⁽²⁰⁾

Para el desarrollo de las diferentes obras de ingeniería es necesario que exista un ambiente ético adecuado que debe darse en todas las actividades de la ingeniería, independientemente del tamaño de la empresa o proyecto.

Hoy es posible comprobar que en el desarrollo de las obras de Ingeniería es cada vez mas frecuente la aparición de conflictos entre calidad de las obras e intereses económicos de las empresas contratistas o sus clientes.

Acciones relevantes

Contribuir al desarrollo de códigos éticos de conducta y a la promoción de los valores positivos, de manera de fortalecer a las empresas e instituciones y evitar las prácticas no éticas.

Fomentar la enseñanza de conceptos éticos a los ingenieros, generando instancias de control de la ética profesional.

E. DESAFÍOS EN EL ÁMBITO DE LA GLOBALIZACIÓN, CAMBIO INTERNACIONAL E INGENIERÍA.

La globalización de la economía plantea una dimensión exigente para muchas actividades humanas, en particular los servicios. O se hacen fuertes, eficientes a escala mundial y crecen, o se reduce a una dimensión de “nicho”.

Ello se debe a la competencia entre empresas provenientes de diversos lugares. Este proceso supera las dinámicas más conocidas de la exportación y servicios.

Aumentar la productividad y la calidad del trabajo en los ámbitos en que la Ingeniería ejerce una influencia predominante (construcción, minería ,producción industrial, telecomunicaciones ,etc.) ⁽⁵⁾

Contribuir efectivamente a aumentar la productividad y calidad del trabajo en los ámbitos donde la Ingeniería ejerce una influencia moderada (gobierno, salud, etc.) ⁽⁶⁾

Aumentar el valor agregado de los productos , en particular de aquellos asociados a los recursos naturales. ⁽⁷⁾

Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la oferta de productos y servicios para los mercados internacionales. ⁽⁹⁾

Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la demanda de productos y servicios para los mercados internacionales. ⁽¹⁰⁾

Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la Ingeniería chilena. ⁽¹¹⁾

Aumentar la confiabilidad de las obras, productos y servicios de Ingeniería. ⁽¹⁵⁾

Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la competitividad de las empresas chilenas (en general). ⁽²⁵⁾

La contribución de la Ingeniería al aumento de la productividad y calidad de los procesos productivos y al aumento del valor agregado de los productos es de vital importancia para el país, para enfrentar con éxito la creciente globalización de los mercados y asegurar el desarrollo económico social del país.

Acciones relevantes

Procurar activamente alianzas de empresas de ingeniería con instituciones de investigación y desarrollo (Universidades, Institutos) de manera de mantenerse al día en el desarrollo de nuevas tecnologías y su aplicación a los procesos productivos.

Establecer "alianzas" con empresas con miras a participar o colaborar en forma preferente en sus tareas de Investigación y Desarrollo (diseño de productos, cambios en procesos, etc.) y acceso a nuevos mercados.

Formalizar alianzas y asociaciones con sus congéneres de países desarrollados, obteniendo el apoyo de ellas en campos cuyo desarrollo tecnológico se dificulta en Chile por el tamaño de nuestro mercado.

Aumentar la calidad de las obras, productos y servicios de Ingeniería. ⁽¹⁶⁾

Disminuir los costos de las obras, productos y servicios de Ingeniería. ⁽¹⁷⁾

Participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel internacional. ⁽²³⁾

Aumentar la capacidad y competitividad de las empresas chilenas de ingeniería. ⁽²⁸⁾

Desde el punto de vista de la globalización, la calidad de los servicios de Ingeniería (16), sus costos (17) y su capacidad para abordar proyectos de magni-

tud, son parámetros fundamentales que determinan su posibilidad de competir en el mercado mundial.

Acciones relevantes

- Aumentar la productividad de la Ingeniería Chilena.
- Aumentar la capacidad de innovación de la Ingeniería chilena.
- Promover el apoyo de los instrumentos estatales.

Innovar en la educación en Ingeniería. ⁽¹⁸⁾
Mejorar la calidad y competitividad de la Ingeniería chilena. ⁽²⁹⁾

La calidad de los servicios que presta la Ingeniería nacional depende en forma fundamental de la “materia prima” con que cuenta, esto es, de la excelencia de la preparación de los profesionales que a ella se incorporan.

Acciones relevantes

- Mejorar la calidad de la educación de la Ingeniería chilena en el contexto del proceso existente de creciente masificación.
- Adaptar la educación en Ingeniería al proceso de permanentes cambios reforzando la educación continuada.

Ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo e innovación. ⁽³³⁾
Contribuir significativamente al desarrollo tecnológico. ⁽³⁴⁾
Incorporar mayor contenido científico-tecnológico vigente a la ingeniería chilena. ⁽³⁶⁾

La prestación de servicios de Ingeniería a nivel internacional es posible solamente si se incluyen aportes tecnológicos significativos, que les den un contenido original, pero a la vez que sean confiables y probados en la práctica.

Acciones relevantes

- Promover acciones para que la Ingeniería chilena incorpore un mayor contenido tecnológico.
- Aumentar la Investigación y Desarrollo de carácter aplicado.
- Promover desarrollo de alianzas.

Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica desde Chile a otros países. ⁽³⁷⁾

Básicamente, los servicios de ingeniería deben ser el resultado de una integración óptima de recursos de diferentes fuentes y países.

Acciones relevantes

- Promover el intercambio de conocimientos y tecnologías.

Promover una participación activa de tecnología en los proyectos de empresas chilenas en el extranjero.

Identificar y desarrollar oportunidades de negocios de ingeniería a nivel internacional.

F. DESAFÍOS EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA.

Debe reconocerse que la educación en Ingeniería es la matriz de todo el proceso de transformación que ha de venir y por ello la educación en Ingeniería ha de renovarse apreciablemente para tomar el ritmo de los acontecimientos y dar el apoyo necesario a la práctica de la Ingeniería.

Innovar en la educación en Ingeniería (en particular el ámbito de las tecnologías de la información) ⁽¹⁸⁾

Las Escuelas de Ingeniería deben adecuarse a la nueva cultura, el de las generaciones jóvenes que nacieron dentro de la explosión informática, haciendo uso intensivo de la información contenida en las redes y estableciendo vínculos profesor-estudiante a través de la red en forma paralela y complementaria al contacto verbal tradicional.

Acciones relevantes

Complementar y reemplazar gradualmente sus asignaturas tecnológicas profesionales por talleres de discusión, análisis y diseño de problemas reales.

Reconocer que los planes de estudios dejarán de contener la gama completa de cursos profesionales, bastándole al estudiante su sólida formación en las Ciencias de la Ingeniería y la adquisición del método personal de aprendizaje tecnológico que utilizará en su vida profesional.

**Innovar en Educación en Ingeniería.
La enseñanza de la Ingeniería en Chile deberá propender a una mayor integración de las diversas especialidades y con otras profesiones y ámbitos sociales.** ^(18b)

El rápido desarrollo tecnológico de las últimas décadas ha creado nuevos campos y especialidades dentro de la Ingeniería, y también ha aumentado el nivel de profundidad y extensión de las ya existentes. Estos elementos a su vez han generado la necesidad de interactuar con otras profesiones (abogados, médicos, sociólogos, etc.) e involucrarse en ámbitos sociales que difieren de los ámbitos habituales de la práctica de la Ingeniería.

Acciones relevantes

Definir un marco conceptual de un nuevo currículum que compatibilice una sólida formación en Ciencias Básicas con una formación muy eficiente y efectiva en las bases de las distintas especialidades de la Ingeniería.

Aumentar la capacidad de comunicación con el medio profesional con el fin de captar las nuevas necesidades y enfoques que éste le está planteando a la enseñanza de la Ingeniería.

Incluir en el currículum algunas asignaturas y metodologías que permitan al futuro profesional interactuar con otras profesiones, y también formar en el estudiante una actitud vital que le permita asomarse con naturalidad a otros ámbitos sociales del mundo del trabajo.

Innovar en la Educación en Ingeniería (aumentar la capacidad de creatividad e innovación del ingeniero). ^(18c)

Acciones relevantes

Innovar en la formación de Pregrado de los Ingenieros, en currículum, metodologías y medios de enseñanza, a fin de estructurar el perfil de un profesional con capacidad de integración entre áreas afines, con espíritu emprendedor y de liderazgo.

Fortalecer los Programas de Postgrado para asegurar una alta especialización y mejorar la calidad y competitividad de la Ingeniería chilena.

Fomentar significativamente la cooperación entre universidades, institutos tecnológicos y empresas, a través de la investigación y de la educación continua.

Incrementar y mejorar el nivel de la investigación y del desarrollo tecnológico en universidades y centros de estudio.

**Innovar en la Educación en Ingeniería.
La enseñanza de la Ingeniería en Chile debe contribuir en mayor medida a la formación de profesionales con capacidad para enfrentar los nuevos requerimientos de la sociedad en la cual prestará sus servicios, haciendo al mismo tiempo buen uso de las ventajas comparativas que ésta ofrece.** ^(18e)

Acciones relevantes

Las facultades de Ingeniería deberán incorporar, en los programas de estudio, contenidos y actividades curriculares que faciliten al futuro profesional una mejor interacción con la sociedad y el medio en que ésta se insertará, permitiéndole por ejemplo:

Enfrentar estos grandes problemas con un enfoque sistemático

Establecer relaciones entre el objetivo puramente ingenieril y consideraciones éticas, económicas, internacionales, medio ambientales, políticas y sociales

Trabajar mejor en equipo y comunicarse efectivamente

Ser más flexibles y adaptables a diferentes situaciones

Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones apropiadas para el desarrollo del país, por ejemplo en energía o medio ambiente

Apreciar las bondades de la innovación y enfrentar el riesgo asociado a los cambios de tecnologías y metodologías de trabajo.

Innovar en la educación en Ingeniería, en particular perfil profesional, currículum, formas y medios de enseñanza, espíritu emprendedor. (18d)

En diversas oportunidades se ha planteado la necesidad de reducir los plazos de los estudios de ingeniería, cuya duración llega actualmente en algunas universidades a un promedio de 7.5 años, en tanto que en aquellas que reciben alumnos mejor preparados el promedio es de 6 a 6.5 años. En cambio, en los países desarrollados la duración de la carrera varía entre 4 y 5 años y ello es suficiente para producir ingenieros adecuados.

Se plantea por algunos que la menor duración de la carrera es factible en los países desarrollados debido a que la preparación de sus egresados de enseñanza media es superior a la de los equivalentes chilenos. Por otra parte, es difundida la opinión que la actual carrera de ingeniería equivale prácticamente al *Master of Sciences* de Estados Unidos y otros países, y que la preparación de los profesionales excede los requerimientos de la industria.

Estimamos que es posible encontrar una solución adecuada a la realidad chilena de acuerdo a las acciones que se proponen a continuación.

Acciones relevantes

Las Facultades ofrecerán una carrera de ingeniería más reducida con una duración de alrededor de 5 años con menor énfasis de especialidad que la actual

Las universidades que cuentan con una planta académica de jornada completa numerosa y adecuados recursos académicos ofrecerán programas de *master* con una duración de 2 a 3 semestres abiertos a sus propios egresados y a los titulados en las restantes universidades

La aplicación de estas acciones permitirá reducir la duración de la carrera dejando abiertas la posibilidad de profundizar su especialidad a aquellos que tengan el deseo y la capacidad para ello.