

***DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS
DE LA INGENIERÍA
CHILENA***

Instituto de Ingenieros de Chile

COMISIÓN DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS DE LA INGENIERÍA CHILENA (D y P)

Presidente: Jorge Yutronic

Miembros de la Comisión:

Aldo Cipriano	Carlos Mercado
Américo Albala	Jorge Cauas
Elías Arce Loyer	Raúl Espinosa
Jorge Yutronic F.	Andrés Fuentes
Juan Carlos Barros	Roberto Fuenzalida
Lautaro Cárcamo	Pedro Gazmuri Sch.
Mario Campero	
Raquel Alfaro	

Ambitos de Trabajo

La Comisión D y P se estructuró en los siguientes ámbitos a cargo de los coordinados que se indica a continuación y que condujeron subcomisiones adhoc (ver detalle en anexo C.3)

Ingeniería y Tecnología:	Andrés Fuentes
Ingeniería y Medio Ambiente:	Mario Campero
Ingeniería y Sociedad:	Pedro Gazmuri
Obras y realizaciones de la Ingeniería:	Elías Arze L.
Ingeniería, Globalización y Cambio Internacional:	Lautaro Cárcamo
Educación en Ingeniería:	Aldo Cipriano

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

ÍNDICE

RESUMEN

PRESENTACIÓN

1. Introducción
2. Metodología de trabajo
3. Informe de la comisión

PARTE A: PERSPECTIVAS DE LA INGENIERÍA CHILENA

1. Visión general
2. Perspectivas en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la tecnología.
3. Perspectivas en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la sociedad.
4. Perspectivas en el ámbito de la Ingeniería y su relación con el medio ambiente.
5. Perspectivas en el ámbito de las obras y realizaciones de la Ingeniería.
6. Perspectivas en el ámbito de la globalización, cambio internacional e Ingeniería
7. Perspectivas en el ámbito de la educación en Ingeniería.

PARTE B: DESAFÍOS DE LA INGENIERÍA CHILENA

1. Visión general
2. Desafíos en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la tecnología.
3. Desafíos en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la sociedad.
4. Desafíos de la Ingeniería en el ámbito de su relación con el medio ambiente.
5. Desafíos en el ámbito de las obras y realizaciones de la Ingeniería.

6. Desafíos en el ámbito de la globalización, cambio internacional e Ingeniería.
7. Desafíos en el ámbito de la educación en Ingeniería.

PARTE C: ANEXOS

1. Encuesta Electrónica
2. Referencias
3. Subcomisiones

RESUMEN

El Instituto de Ingenieros de Chile ha acometido la iniciativa de estudiar las perspectivas de la Ingeniería chilena y los desafíos que significa para el país, de modo de contribuir con su capacidad de análisis y de síntesis a planteamientos útiles para la sociedad chilena.

Para ello, constituyó una comisión denominada de Desafíos y Perspectivas, la cual se abocó al estudio de estas materias. Para poder obtener una visión lo más representativa posible del pensamiento de los ingenieros se recurrió a un trabajo de una comisión formada por profesionales de distinguida trayectoria, y asimismo a la elaboración y procesamiento de una encuesta electrónica dirigida a una gran cantidad de ingenieros y otros profesionales en diversas partes del país. A partir de esta información y de las discusiones sobre ellas, se pudo determinar, con bastante grado de aceptación, cuales son las perspectivas y desafíos más importantes de la Ingeniería Chilena.

Como consecuencia de ellos se derivaron las siguientes resultados más relevantes:

Las perspectivas generales pueden resumirse en:

1. La Ingeniería, como praxis de la tecnología, influye en casi todas las esferas de la actividad humana.
2. La Ingeniería se renueva con dinamismo produciendo tanto nuevo valor como obsolescencia.
3. La Ingeniería esta cada vez más influenciada por las necesidades e intereses de la sociedad, en particular de los relativos a la calidad de vida y al cuidado del medio ambiente.
4. Se están desarrollando nuevas prácticas de la Ingeniería que la están transformando profundamente.

Por otra parte, los desafíos de la Ingeniería chilena pueden resumirse en:

1. La Ingeniería puede y debe constituirse en un medio relevante, incluso determinante, en la construcción de nuevo valor.
2. La Ingeniería chilena puede constituirse en una industria significativa con participación internacional.
3. La Ingeniería chilena debe tomar la iniciativa en el abordaje de los problemas y las oportunidades de la sociedad chilena, en los cuales puede tener un aporte relevante.

4. La Ingeniería chilena debe renovarse para integrarse y potenciar las obras en conjunto con otras profesiones y oficios.

Estas perspectivas y desafíos generales se expresan en decenas de perspectivas y desafíos específicos en los respectivos ámbitos en que se desarrolló este estudio, a saber: Ingeniería y Tecnología, Ingeniería y Sociedad, Ingeniería y Medio Ambiente, Obras y Realizaciones de la Ingeniería, Globalización e Ingeniería, Educación en Ingeniería.

La conclusión de este trabajo es clara: la Ingeniería chilena tiene una oportunidad significativa para contribuir el desarrollo de Chile y crear una nación próspera en un mundo integrado. Para ello se proponen diversas acciones relevantes en este trabajo.

PRESENTACION

1. INTRODUCCION

En este documento se producen algunas reiteraciones en ciertas materias en los diversos capítulos que lo componen. Esto es consecuencia del trabajo simultáneo en distintos ámbitos (por ejemplo: medio ambiente, educación, etc.), lo que provoca que algunos temas aparezcan como relevantes en varios de ellos, naturalmente con diferentes énfasis. Hemos optado por reflejar estos pues permiten transmitir la riqueza de la variedad y profundidad de los planteamientos.

Las vidas de las personas están experimentando importantes transformaciones, como consecuencia de los cambios socio políticos a nivel mundial, la globalización de la economía y el desarrollo tecnológico.

Estas tres fuerzas están alterando las distintas formas de trabajar y, en particular, el quehacer de la Ingeniería. Al mismo tiempo, en un proceso retroalimentando algunas de estas formas están siendo provocadas por acciones generadas por las diferentes disciplinas de la Ingeniería.

Se esta 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. La Ingeniería, como un ámbito de impacto sustantivo de la tecnología, ha llegado a tener un rol más protagónico que lo usual en este tipo de actividades.

Son varias las tendencias que están marcando el rumbo de las nuevas formas de hacer ingeniería y, en particular, de llevar productos y resultados a los mercados y a la comunidad.

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 cuál Chile no ha estado ajeno.

No obstante, el ritmo de cambio actual es mayor y el grado de cobertura social y geográfica ha aumentado el tipo de transformaciones que se están generando. En muchos casos se están produciendo impactos de gran magnitud. Por tal motivo es conveniente estudiar en más profundidad estos hechos y a partir de ellos derivar planteamientos que sean útiles para la adecuada consideración de la Ingeniería en la sociedad moderna.

Por ello, el Instituto de Ingenieros de Chile ha asumido la iniciativa de formar la Comisión de Desafíos y Perspectivas de la Ingeniería Chilena (D y P) la cual se constituyó en el año 1999, 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.

2. CONCEPTO DE INGENIERIA

Abordar el trabajo de comprender y analizar las perspectivas y desafíos de la Ingeniería chilena requiere de alguna definición de la Ingeniería.

Son muchas y variadas las definiciones existentes, cada una de ellas con diversos énfasis particulares. Con el propósito de orientar el trabajo de la Comisión Desafíos y Perspectivas, nos ha parecido apropiado seleccionar la siguiente definición (la cual proviene de la fusión y actualización de diversas fuentes):

“La Ingeniería es la aplicación creativa de principios científicos y tecnológicos al diseño y desarrollo de estructuras, máquinas, aparatos, procesos de fabricación, sistemas de todo tipo, obras, etc. que los utilizan aisladamente o en combinación, para construir u operar las mismas con pleno conocimiento de su diseño; o para predecir el comportamiento bajo condiciones operacionales especificadas; todo ello en relación con una función predefinida, con adecuada consideración de la economía de la operación y de la seguridad para la vida y la propiedad”.

Esta definición de Ingeniería, tiene implícitas la posible realización de las siguientes tareas: estudiar, proyectar, diseñar, planear, calcular, dirigir, gestionar, supervigilar y realizar la construcción, operación y uso de obras, procesos y productos.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO

Para abordar este importante tema, el Instituto de Ingenieros de Chile constituyó una comisión formada por personas de reconocida trayectoria en el mundo de la ingeniería, las cuales analizaron y debatieron los importantes tópicos en este ámbito.

3.1 Procedimiento general.

Para realizar el debate necesario se generaron ideas a partir de varios mecanismos específicos, entre los cuales destacan los siguientes:

- a) Valorización de las obras y realizaciones de la Ingeniería chilena durante el Siglo XX.
- b) Definición de los principales ámbitos de acción de la Ingeniería y un análisis de la correlación entre dichos ámbitos y la labor de la Ingeniería. Estos ámbitos son:
 - Ingeniería y sociedad
 - Educación en Ingeniería
 - Ingeniería y medio ambiente
 - Ingeniería y tecnología,
 - Internacionalización de la Ingeniería y
 - Obras y realizaciones de la Ingeniería.

Todos estos ámbitos proveen distintas visiones sobre la práctica de la Ingeniería, sus contribuciones y sus limitaciones.

- c) Análisis de la práctica internacional a través del conocimiento de casos, principalmente de Estados Unidos y Europa. Estas fuentes de información permiten tanto la identificación de nuevas formas de trabajo, como también la comprensión de aquéllas que han sido exitosas hasta ahora como los problemas que han ocurrido con algunas otras.

3.2 Método Principal.

Toda esta información ha sido analizada mediante un nuevo método de trabajo del Instituto de Ingenieros de Chile basado en el reconocimiento y tratamiento de la relevancia, de la pertinencia y del grado de acuerdo de los distintos planteamientos que formulan diversos profesionales calificados respecto de cada uno de los ámbitos que hemos señalado precedentemente.

Este método se aplicó de la siguiente forma:

- a) Se identificaron las afirmaciones relevantes que se derivaron del análisis realizado en cada ámbito (ver anexo a este informe). Luego, se efectuó una discusión en el seno de la Comisión D y P para determinar la valorización que hizo cada uno respecto del grado de relevancia de dicha afirmación, y también el grado de acuerdo que cada persona tiene respecto de esa afirmación. Un análisis de dispersión y de valor promedio de las respuestas de la comisión a cada una de las afirmaciones permitió determinar en cuales hay un grado de consenso y en cuales hay un grado de divergencia.
- b) Parte importante del trabajo se realizó en cada una de las seis subcomisiones que se organizaron en los ámbitos señalados en sección 2.1. Estas subcomisiones estuvieron compuestas por representantes de la Comisión D y P y por profesionales especialistas en cada tema.
- c) Aquéllas afirmaciones en las cuales hubo consenso quedaron seleccionadas de inmediato como tópicos a ser incorporados en el planteamiento de la comisión. Aquéllas que presentaron algún grado de discrepancia fueron nuevamente discutidas para determinar si se podía producir algún acuerdo. En el caso que no se produjo acuerdo, ese planteamiento quedó como una posición de discrepancia en el informe de la comisión, lo cual permite que se establezca una materia adecuadamente sustentada para posteriores debates.
- d) Como una forma de apoyar el trabajo de la comisión D y P, tanto para enriquecer el alcance y la cobertura de los planteamientos como para identificar innovaciones a las ideas planteadas, se realizaron dos iniciativas muy interesantes:
 - d1) La primera de ellas es una “encuesta electrónica” a un grupo relevante de ingenieros en diversas partes del país, lo cual permitió obtener del orden de unas cuarenta respuestas a un

- conjunto del orden de cien preguntas con lo que se logró obtener los beneficios anteriormente señalados.
- d2) La segunda es una discusión con estudiantes de último año y recién egresados de ingeniería de diversas universidades a los cuales se les plantearon los mismos temas tratados en el seno de la comisión D y P, pero con el propósito de obtener una visión distinta, propia de los jóvenes y de quienes están recibiendo las nuevas enseñanzas de la ingeniería.

Estas dos nuevas fuentes de información complementaron las anteriores y posibilitaron entonces que la comisión D y P trabajara en mayor profundidad cada uno de sus planteamientos en los ámbitos ya seleccionados.

3.3 Conceptos Fundamentales.

Este trabajo está basado en la distinción entre perspectivas y desafíos y en el uso de sus significados.

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. Las perspectivas reflejan las principales transformaciones de la sociedad y en la mayoría de los casos son de carácter internacional.

Por “desafíos” entenderemos aquellos retos que deben ser asumidos para lograr un mejor desarrollo del país y de su población. Los desafíos 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)

4. INFORME DE LA COMISION.

Por consiguiente, el informe que se presenta a continuación es una síntesis de todo ese trabajo y refleja grados de acuerdos importantes sobre diversas materias relevantes. Como se esperaba, en algunas materias, las propuestas son ya de conocimiento público, pero adquieren la fuerza que da la discusión y el prestigio del Instituto. En otros casos, aparecen ideas nuevas que apoyan un mejor tratamiento en el ámbito respectivo.

Este informe ha sido concebido para que sea utilizado principalmente por personas que trabajan en el mundo de la ingeniería o vinculados a éste, tales como:

- Responsables del diseño de nuevos procesos, productos o servicios de ingeniería;

- Usuarios de realizaciones de ingeniería tanto en el mundo público como privado.

- Autoridades gubernamentales, institucionales y empresariales.

- Académicos y autoridades académicas ocupados tanto de la educación como de la investigación y desarrollo en ingeniería.

- Estudiantes de Ingeniería.

En general, todos aquellos que están en situación de tomar decisiones relevantes con respecto a la práctica y a los usos de la ingeniería, y también a la obtención de los beneficios de este trabajo.

El conjunto de planteamientos que se hace en este informe está estructurado de forma de producir una fácil lectura, una rápida orientación hacia los planteamientos mismos, colocando en segundo término los respaldos tanto documentales como de antecedentes que justifican los planteamientos hechos.

El informe esta compuesto en las siguientes partes: un resumen, una presentación, las principales perspectivas de la ingeniería, los principales desafíos para la ingeniería chilena y finalmente un cuerpo de anexos en el cual están los antecedentes y bases metodológicas utilizadas en el trabajo de esta comisión.

PARTE A

PERSPECTIVAS DE LA INGENIERIA CHILENA

1. VISION GENERAL

Se presentan en este capítulo las perspectivas que han sido seleccionadas en los diversos ámbitos con los que la Ingeniería se relaciona directamente. Estas perspectivas son en general de carácter internacional, y por consiguiente algunas trascienden las características propias de la realidad chilena. No obstante, en la presentación de varias de ellas en este informe se hace un énfasis particular en lo que ocurre y podrá seguir ocurriendo en nuestro país.

Una apreciación general de las perspectivas que se detallan en las siguientes secciones, permite obtener una visión de conjunto caracterizada por lo siguiente:

a) **La Ingeniería participa e 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. Aún cuando sus campos más importantes fueron en una época los de las obras civiles y de la ingeniería militar, progresivamente fue abordando el desarrollo de otros temas. Entre ellos, destacan: el diseño, construcción y operación de sistemas constituidos por elementos físicos, humanos y económicos; de las máquinas con el avance de la mecánica y la electricidad; y de diversos productos y servicios en el campo de la biotecnología asociados por ejemplo a la alimentación y a la actividad silvoagropecuaria; hasta llegar al gran protagonismo actual de las tecnologías de la información; etc.

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 la otra, a los beneficios que 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. 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.

Como consecuencia de diversos cambios políticos, sociales y tecnológicos, la sociedad se ha ido transformando, globalizando y diferenciando. Esta transformación en varios planos tiene la característica de presentar nuevas formas de concebir la estructura y la realización sociales, tales como las denominadas Sociedad del Conocimiento y Nueva Economía. Estas nuevas dimensiones humanas están siendo generadas con aportes sustantivos de la Ingeniería.

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

Durante gran parte del Siglo XX, el avance de la Ingeniería ha estado gobernado por el tremendo empuje de la tecnología, esto es, por conocimientos y sus aplicaciones que buscan nuevos usos y nuevos mercados. En la medida que la sociedad va comprendiendo de mejor forma el aporte de la Ingeniería y en que las organizaciones sociales públicas y privadas se hacen más conscientes del potencial de ella, entonces, las necesidades e intereses sociales aumentan su grado de participación en la determinación de objetivos, diseños y obras de la Ingeniería. El desarrollo sustentable constituye un ejemplo de lo señalado.

Por otra parte, la acción de la Ingeniería puede provocar daños en el medio y en la vida humana cuando la aplicación de los nuevos desarrollos científico-tecnológicos se hace sin medir o conocer sus consecuencias.

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

Como consecuencia de los cambios señalados en las perspectivas indicadas anteriormente y también, de los propios cambios internos en el mundo de la Ingeniería, la práctica de ella se está transformando significativamente. Ello ocurre con la incorporación creciente de las necesidades de los clientes y usuarios en los diseños de ingeniería, con los nuevos métodos cuantitativos y computacionales para apoyar el trabajo de Ingeniería desde la fase de concepción

hasta de la ejecución de proyectos y por la forma de poner en marcha las obras de Ingeniería. Como consecuencia de lo anterior aparecen en escena cambios que alteran radicalmente la práctica por cuanto la hacen más interactiva, más rápida y más convergente con otras formas de trabajo proveniente de diversas disciplinas. Estas nuevas prácticas, a su vez, están alterando los fundamentos de la Ingeniería.

A continuación se presenta una relación de todas las perspectivas consideradas en este trabajo.

N°	TITULO
1	Las tecnologías de la infocomunicación están afectando y producirán una transformación en la enseñanza y práctica de la Ingeniería.
2	La práctica de la Ingeniería se verá afectada en forma sustantiva por el desarrollo de las actuales tecnologías de la infocomunicación.
3	A su vez, la práctica de la ingeniería se verá afectada en forma sustantiva por el descubrimiento de nuevas tecnologías en la infocomunicación.
4	El desarrollo de las actuales y el descubrimiento de nuevas tecnologías de materiales (aleaciones, polímeros, biomateriales, etc.), afectarán la práctica de la Ingeniería.
5	La población de Chile continuará creciendo a tasas sobre el 1.3 %, provocando necesidades importantes de recursos y medios de vida.
6	Las exigencias de mejor calidad de vida de la población chilena continuarán aumentando.
7	Aumentará la integración económica de Chile con otros países de Latinoamérica.
8	Aumentará la integración económica de Chile con los países más desarrollados (EUA , Europa , algunos de Asia).
9	Los recursos naturales de Chile escasearán progresivamente y en algunos casos se agotarán.

10	El acceso a nuevos recursos energéticos de hidroelectricidad se terminará agotando.
11	La energía termoeléctrica será cada vez más necesaria para el desarrollo de Chile .
12	Otras formas de energía (distintas de la hidroeléctrica y termoeléctrica) serán también necesarias para el desarrollo de Chile.
13	Continuará la sustitución de unos recursos por otros en la elaboración de productos industriales.
14	Se mantendrá la tendencia a la reducción de costos de productos , procesos y servicios ya establecidos en el mercado.
15	Continuará apareciendo nuevos productos , procesos y servicios diferentes a los existentes.
16	Es probable un cambio significativo de patrones de consumo de la población.
17	La globalización de la economía continuará afectando todas las actividades humanas, generando oportunidades y amenazas para ellas.
18	La sociedad avanza hacia formas de vida y trabajo mucho más tecnificadas.
19	La realización de tareas será cada vez más automatizada y mecanizada , desplazando la labor humana hacia actividades más creativas, entre otras.
20	El desarrollo económico - social del país seguirá basado en la calidad de sus ventajas competitivas.
21	Las ventajas competitivas de Chile continuarán siendo sus recursos naturales.
22	Las ventajas competitivas de Chile continuarán basadas en las características de su población (recursos humanos).
23	Las ventajas competitivas de Chile continuarán basadas en la calidad de las instituciones del país
24	Las ventajas competitivas del país continuarán basadas en su política económica
25	Continuará la capacidad del país para generar nuevas ventajas competitivas a nivel internacional.
26	Seguirá la evolución especializadora de las diversas ramas de la Ingeniería , apareciendo nuevos campos y profundizándose los actuales
27	Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería.
28	La participación de la Ingeniería y de los ingenieros continuará siendo un factor importante en el desarrollo del país.
29	Los ingenieros se involucrarán cada vez más en diversos ámbitos sociales, diferentes a los de la práctica de su profesión

30	La práctica de la Ingeniería se coordinará e integrará cada vez más con el ejercicio de profesiones de otros ámbitos (sociólogos , educadores , médicos , militares, etc.).
31	La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico – social y de la competitividad de un país moderno.
32	La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional.
33	A nivel nacional e internacional, la competencia de las empresas continuará siendo un factor importante de desarrollo económico – social de los países.
34	La competencia nacional e internacional entre empresas tomará formas cada vez más transparentes y leales
35	Esta competencia transparente y leal a nivel nacional como internacional requerirá de marcos conceptuales y cuerpos legales que las establezcan y delimiten
36	La cooperación entre empresas continuará siendo un factor que debe reconocerse como relevante en el desarrollo económico – social de los países.
37	La cooperación entre empresas además debe darse con las universidades y otras instituciones, para continuar siendo un factor importante para el desarrollo económico social de los países
38	La intervención de los gobiernos dejará de ser necesaria para fomentar el desarrollo económico.
39	La ecología (en general el cuidado y conservación del medio ambiente) cobrará cada vez más protagonismo en la vida y actividades del país y su población.
40	La actual vigencia de las ideas de calidad total y normas ISO, indican que la calidad y seguridad de las obras de Ingeniería serán cada vez más importantes en la vida de las personas
41	En el ejercicio de la ingeniería se establecerá la necesidad de aumentar la responsabilidad social del ingeniero.
42	Las necesidades básicas (alimentación , vivienda , transporte ,etc.) de la población seguirán siendo un ámbito significativo del quehacer de la Ingeniería.

43	El nivel de actividad de la Ingeniería chilena continuará fuertemente vinculada a las inversiones que se realicen en el país
44	Cada vez más , el nivel de actividad de la Ingeniería chilena estará vinculada a las inversiones que se realicen en otros países del continente americano y de otras partes.
45	Las transformaciones económicas en la región latinoamericana se constituirán en forma creciente en una oportunidad para el desarrollo de la Ingeniería chilena.
46	La capacidad del país para atraer inversiones continuará siendo un factor significativo de su desarrollo .
47	La economía de exportaciones continuará siendo un factor significativo del desarrollo del país
48	El desarrollo del mercado interno pasará a ser uno de los factores significativos en el desarrollo del país.
49	La eficiencia en el gasto social se consolidará como un factor más de desarrollo del país.
50	Aumentará la necesidad de integrar más la enseñanza de las diversas disciplinas de la ingeniería.
51	Es cada vez más necesaria la incorporación de formación humanística en la enseñanza de ingeniería.
52	Las tareas efectivas que desempeñan los ingenieros en la sociedad , debido a su diversidad y nuevas exigencias , provocarán cambios radicales en la enseñanza de la ingeniería en Chile.
53	La ingeniería asumirá tareas y roles más relevantes que los actuales en la sociedad chilena.
54	Los ingenieros asumirán tareas y roles más relevantes que los actuales en la sociedad chilena.
55	Debido a la evolución social , otras disciplinas del conocimiento y otras profesiones pasarán a tener un rol más relevante que la ingeniería en el desarrollo de Chile
56	La integración en el trabajo de diversas profesiones es cada vez más importante para que cada una de ellas pueda efectuar su aporte efectivo

En las secciones siguientes se presentan los desarrollos de las perspectivas más relevantes, señaladas con el número respectivo a que se refieren en la relación señalada anteriormente. Por ejemplo, la perspectiva N hace referencia al número N con que dicha perspectiva aparece en la relación señalada.

Asimismo, en el anexo C.1 se muestran los resultados de las encuestas aplicadas a estas perspectivas.

2. PERSPECTIVAS EN EL AMBITO DE LA INGENIERIA Y SU RELACION CON LA TECNOLOGIA.

Históricamente, la Humanidad ha enfrentado innumerables, variados y crecientes desafíos, desde resolver las necesidades más básicas como la alimentación, vivienda, salud, transporte, comunicación y seguridad, hasta sus necesidades superiores como recreación, conocimiento, arte y desarrollo espiritual. 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 conocimientos tecnológicos como solución de problemas y creación de nuevas oportunidades.

Si bien el avance tecnológico alcanzado en el mundo es asombroso, aún estamos lejos de resolver las necesidades más básicas de una importante parte de la población, demandas que se hacen cada vez más complejas y crecientes como consecuencia del propio desarrollo, el aumento de la población y la tendencia al agotamiento y encarecimiento de los recursos disponibles. Para lograr satisfacer las necesidades humanas, 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.

Se afirma que el concepto de innovación está directamente relacionado con la introducción y puesta en marcha de nuevos productos, nuevas técnicas productivas y formas de organización, como también en mejoras apreciables de aquellos productos y procesos ya existentes en los mercadosⁱ. Esta definición asocia la innovación a la incorporación de algo nuevo, no necesariamente original, pudiendo ser una mejora, o introducción de algo que proviene del exterior o realmente una creación.

Esta concepción amplia de innovación que están empleando diversos organismos es diferente de la definición más tradicional que la limita sólo a la creación original de productos y procesos, y que denomina “desarrollo tecnológico” a todo lo que es mejoramientoⁱⁱ, y “transferencia tecnológica” a todo lo que es introducir y adaptar productos y procesos existentes en el país o el extranjero.

En este texto denominaremos progreso tecnológico al concepto amplio de innovación tecnológica que se está usando, y mantendremos los conceptos tradicionales de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica antes señalados, para precisar mejor los alcances de nuestras proposiciones.

Los progresos tecnológicos reales que se dan en las empresas y en la sociedad tienen normalmente más de uno de los componentes mencionados y pueden ser productos de simples o complejas innovaciones, desarrollos, o transferencias tecnológicas, las cuales a su vez pueden ser de bajo o alto impacto. Ellas contribuyen a generar más riqueza y a resolver mejor los problemas aunque también produzcan efectos colaterales, a veces indeseables. Muchos y continuos pequeños mejoramientos en los procesos y actividades, sean propios u obtenidos de terceros, pueden ser tanto o más importantes que grandes innovaciones.

A continuación se presentan las principales perspectivas seleccionadas como relevantes en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la tecnología.

PERSPECTIVAS 31,32

La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional

La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico-social y de la competitividad de un país moderno

Los factores de crecimiento socio-económico más significativos en el pasado, tales como la mano de obra y los recursos naturales de bajo costo están perdiendo relevancia y continuarán perdiéndola a futuro, al compararla con otros factores en ascenso como la tecnología. Esto obliga necesariamente a un país que busca más desarrollo y crecimiento a sostenerlo mediante un mejor progreso tecnológico, que al mismo tiempo sea un factor de competencia gravitante para sus empresas y su sistema económico.

La innovación tecnológica constituye un pilar estratégico fundamental de acción para crear ventajas competitivas más duraderas y significativas, gracias a las cuales se puede generar una mayor riqueza en las empresas, en los sectores económicos y en las naciones en relación con el esfuerzo empleado. Los proyectos de innovación tecnológica suelen ser, a la larga, los de más alta rentabilidad de un negocio siempre que sean adecuadamente evaluados y gestionados, particularmente en los riesgos. Esto ha sido demostrado por muchos estudios y por la creciente valorización internacional de las empresas tecnológicas.

Además, es importante considerar que los éxitos en este campo, son motivo de satisfacción y orgullo de los pueblos, como también un importante recurso de poder e independencia de las naciones.

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

PERSPECTIVAS 27,30

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

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.

En efecto, el fenómeno de la tecnología tiene alcances e impactos profundamente humanos, en su creación, desarrollo, utilización e incorporación al quehacer cotidiano, haciéndose parte de la cultura de una sociedad. Esto implica la interacción entre diversos ámbitos del conocimiento y, en particular, de las diversas especialidades de la ingeniería.

Las formas de trabajo que han sido típicas de una determinada disciplina se están haciendo inadecuadas para atender los diversos campos de acción de ella y de las profesiones asociadas. Por ello, es cada vez más necesario abordar el desarrollo tecnológico desde un punto de vista multidisciplinario, que integre la Ingeniería con las demás disciplinas de las ciencias naturales, de las ciencias sociales, e incluso de las humanidades.

3. 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. No obstante, desde la Revolución Industrial este vínculo fue aumentando progresivamente hasta convertirse en un motor de transformación social. Este proceso, lejos de agotarse, creció en magnitud y ramificaciones durante el Siglo XX, proyectándose con fuerza en el Siglo XXI.

La sociedad moderna es, en cierta medida, un reflejo de los avances de diferentes disciplinas, entre otras, de la Ingeniería y se ha hecho dependiente de sus aportes. También, sufre sus efectos cuando ocurren errores o efectos indeseados, los que en alguna medida se propagan al resto del mundo por efectos de la integración.

Por ello, es que se ha ido levantando la conciencia del protagonismo y responsabilidad de esta actividad.

A continuación se presenta el desarrollo de las principales perspectivas seleccionadas por la Comisión D y P sobre la Ingeniería y su relación con la sociedad, enfatizándose la realidad de Chile.

PERSPECTIVA 6

Las exigencias de mejor calidad de vida de la población continuarán aumentando.

Durante las últimas dos décadas, la economía social de mercado se ha ido asentando en Chile como el modelo de desarrollo económico imperante. En este marco económico y social, los individuos, en su calidad de consumidores y de ciudadanos, tienen un papel preponderante, a través de sus decisiones de adquisición de bienes y servicios así como de su organización social.

Un propósito implícito en estas decisiones de consumo es el de mejorar su calidad de vida y el de las personas a su cargo (en particular, de su grupo familiar). Este concepto de calidad de vida abarca no sólo las dimensiones de la calidad de los productos que una persona adquiere, si no que incorpora también la idea de un entorno social en el cual ésta se sienta cómoda para ejercer sus derechos y deberes como ciudadano. A nivel global, las personas están cada vez más sensibles a sus propios derechos, más allá del sistema político imperante en la sociedad en la que habitan.

En Chile y en muchos otros países, existe todavía un inventario de problemas sociales relevantes, y en algunos casos crecientes, que plantean exigencias de mejor calidad de vida. Entre ellos se puede destacar: superación de la pobreza; neutralización de la drogadicción y de la delincuencia; mejor acceso a la educación y a la salud; acceso a espacios más habitables, menos congestionados y contaminados; etc.

Asimismo, cada vez se generan más oportunidades para crear riqueza y formas de vidas más gratificantes, a los cuales pueden tener acceso las personas.

Por otra parte, el acceso de la población al conocimiento de las formas de vida en otros países o comunidades más desarrolladas tiene como consecuencia el aumento de expectativas sobre sus propias vidas y su entorno, produciendo demanda por más y mejores productos y servicios.

PERSPECTIVA 18

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

Durante las últimas décadas, la sociedad se ha visto “invadida” por tecnologías de diverso tipo, siendo las tecnologías de información una de las más relevantes.

Estas 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.

La vida del hogar se ha visto transformada primero por la televisión y los electrodomésticos y más recientemente por Internet; en la educación, aparecen formas mucho más eficaces de acceso a información de todo tipo; la organización del trabajo adquiere formas más complejas (como el trabajo a distancia, el trabajo colaborativo entre personas ubicadas en puntos geográficos diferentes, etc.); las comunicaciones entre las personas, por la presencia de la telefonía celular, están adquiriendo volúmenes e intensidades insospechadas.

Por otra parte, los avances, de la biotecnología están alterando las prácticas de la salud y de la alimentación. Como consecuencia de ello, el ser humano depende cada vez más para vivir y mantenerse saludable de la tecnificación de la materia viviente. La tecnología se incorpora no solo a la sociedad sino que también al cuerpo humano.

De este modo, las formas como los individuos viven y trabajan están siendo profundamente alteradas como consecuencia de la introducción masiva de las nuevas tecnologías. Ello refleja una presencia muy determinante e inmediata para el individuo, de múltiples productos y servicios generados por la Ingeniería, como una de las formas sustantivas de acción de la tecnología.

PERSPECTIVA 19

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

Esta presencia cada vez más importante de la tecnología en la vida de trabajo de las personas, ha llevado a la automatización de muchas de sus tareas habituales. Las causas de esta tendencia radican en las características de las tecnologías de la información, computación y electrónica: alta velocidad de procesamiento, continuidad operativa en el tiempo, capacidad de programación y control. En todos estos ámbitos, estas tecnologías presentan ventajas determinantes con respecto a otros procedimientos laborales, basados en el trabajo puramente humano. Esto es particularmente efectivo en aquellas tareas que tienen una estructura reproducible, en los que se obtienen en mayor alcance y eficiencia y menores costos.

Esta tendencia está provocando desplazamiento laboral, aumento del tiempo libre y creando espacios para que los individuos orienten sus esfuerzos a otras actividades, en particular a aquellas de carácter más creativo. Sin embargo, este proceso de mayor dedicación a la creatividad es todavía embrionario en Chile, y se plantea aún como una posibilidad en desarrollo.

La Ingeniería esta siendo un instrumento clave en este proceso evolutivo, por su intervención en el desarrollo de máquinas, sistemas y organizaciones.

En este contexto, en la medida que la Ingeniería participar en obras, productos y servicios con mayor contenido e impacto humanos, va demandando una mayor interacción e integración con otros campos del conocimiento.

PERSPECTIVA 40

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

El desarrollo económico sostenido que Chile ha experimentado en las últimas décadas, ha llevado a que un porcentaje cada vez más alto de la población tenga capacidades para satisfacer sus necesidades básicas. Este aumento en la cobertura ha sido sustentado sobre la base del crecimiento de la demanda y oferta de bienes y servicios, el cual en algunos casos ha ido acompañado de insuficiente calidad.

Por otra parte, la ciudadanía, por el mismo hecho mencionado anteriormente de tener sus necesidades básicas cada vez más satisfechas, ha comenzado a plantear exigencias en otros aspectos, como por ejemplo, la de seguridad de las obras y productos de ingeniería. Ello se ve especialmente reflejado en los ámbitos de la prevención de desastres naturales, en la infraestructura de transporte y en la vivienda.

En este contexto, se está levantando 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 cumplir con ellas.

PERSPECTIVA 42

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

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, su solución continuará demandando más y mejor ingeniería.

Ejemplos evidentes se presentan en la infraestructura de vivienda y transporte, en la calidad de la alimentación, por citar algunos casos.

Estas mayores demandas se traducirán en obras de Ingeniería tales como: diseñar y construir nuevas viviendas, escuelas, hospitales, sistemas de recolección de aguas lluvias, agua potable, alcantarillado, crear nuevos sistemas de infraestructura, sistemas de salud, gestión de la información, etc. No obstante, existen ciertas necesidades básicas de la población, que van más allá de las necesidades de vivienda y alimentación, que serán crecientemente relevantes para el quehacer de la Ingeniería.

En el caso de la Educación, por ejemplo, en la medida que se alcanzan mayores niveles de cobertura, se hacen más evidentes los requerimientos de mayor calidad, especialmente en los sectores de la población con menores ingresos; algo parecido puede decirse en la Salud Pública. Otro ámbito muy relevante es el de la seguridad ciudadana.

En estos tres ámbitos, 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. En su materialización, la Ingeniería deberá integrarse con otras profesiones y disciplinas.

PERSPECTIVA 28

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

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 obras civiles y de telecomunicaciones, al desarrollo energético, a la explotación racional de sus recursos naturales, al desarrollo empresarial y a la definición de marcos regulatorios para diversos sectores de la economía. Su presencia ha sido muy importante en la satisfacción de necesidades básicas de la población, como la vivienda.

Todas estas necesidades básicas seguirán siendo un ámbito significativo del quehacer de la Ingeniería, tal como se plantea en la Perspectiva 42; los nuevos requerimientos de seguridad y calidad de las obras que han planteado los individuos (Perspectiva 40), también manifiestan una participación importante de la Ingeniería en el desarrollo futuro del país.

Por otra parte, la inserción de Chile en la comunidad internacional y en una economía globalizada, plantean demandas por contenidos tecnológicos que la Ingeniería debe proveer, tales como diseños de productos y obras optas para la competencia mundial y capacidad de gestión para lograr su éxito en los mercados.

PERSPECTIVA 49

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

En el esquema de economía social de mercado, en el cual el Estado deja de tener un papel activo en la producción de bienes y servicios, se potencia con mayor fuerza su rol subsidiario, mediante el cual va en ayuda de los más necesitados en la satisfacción de sus necesidades básicas. Ello lo realiza a través del gasto social, que constituye la herramienta principal 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.

En general, ésta no ha sido una tarea fácil ni completamente efectiva hasta ahora, por lo que serán necesarios muchos conocimientos y formas de acción para que se cumplan los propósitos señalados del gasto social. Existen estudios que afirman que el gasto social no tiene efectos relevantes sobre la distribución de renta. Por ello la inversión social debe superar las limitaciones que emanan de esos análisis.

Por otra parte, la globalización de la economía hará cada vez más urgente la necesidad de mejorar los estándares de calidad de la educación pública en los niveles de educación básica, media y técnico-profesional; ello sólo puede lograrse por una mayor y más efectiva inversión pública y privada en el sector de la Educación. Dado que los recursos del Estado son limitados, se requiere una mayor eficiencia y focalización del gasto social, así como políticas de incentivo para que los recursos privados aumenten su participación en estas áreas.

Por consiguiente, la forma y eficiencia con que se invierta será determinante para resolver los problemas y atender las necesidades señaladas. Mayores eficiencias permitirán tanto mejores resultados específicos como mayor cobertura. Formas apropiadas para invertir y atender las necesidades sociales permitirán, además de las soluciones, el desarrollo de una capacidad para realizar otras actividades de beneficio de la población.

La inversión social, para que sea efectiva, requiere de la participación de personas y entidades de diversa índole y relacionadas con diferentes áreas del conocimiento. En particular, implica la integración de los ámbitos tecnológicos con los de las

ciencias sociales y humanidades en la formulación y realización de proyectos y programas.

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.

PERSPECTIVAS 36 Y 37

La cooperación entre empresas continuará siendo un factor que debe reconocerse como relevante en el desarrollo económico-social de los países; esta cooperación debe darse además con las universidades y otras instituciones.

El marco de competencia que se produce en la economía social de mercado genera también espacios necesarios para la cooperación entre las empresas. La experiencia de países desarrollados, en los que el esquema de competencia ha estado presente durante un tiempo mucho mayor que el de nuestro país, indica que esta cooperación se da y ha sido muy gravitante en su desarrollo económico-social.

La cooperación puede ser especialmente relevante en iniciativas de desarrollo tecnológico conjunto, que tanta falta hace en Chile, en la incorporación de tecnología importada o en la exploración de nuevos mercados internacionales. Otro ámbito importante de cooperación entre las empresas es el referente a la capacitación y la educación continuada de sus profesionales y técnicos.

Las formas de cooperación pueden ser diversas: contratos, consorcios y encadenamientos. En los aspectos mencionados, de desarrollo tecnológico y de educación continua, la cooperación de las universidades con las empresas, gobierno y otras instituciones es un factor determinante.

PERSPECTIVA 56

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

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.

Las nuevas exigencias de los consumidores, cada vez más complejas y elaboradas, está obligando a considerar, al momento de generar un producto o servicio, una visión más integradora de estas tareas. Por otra parte, durante los últimos años se han ido acumulando algunos problemas (por ejemplo, descontaminación de ciudades) cuya solución requiere la armonización de diversas disciplinas, entre otras la Ingeniería.

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

PERSPECTIVAS 27, 30

Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería

La práctica de la Ingeniería se coordinará e integrará cada vez más con el ejercicio de profesiones de otros ámbitos (sociólogos, educadores, médicos, militares, etc.

Actualmente, la Ingeniería está presente en prácticamente todas las esferas de la actividad humana por lo que las actividades de los ingenieros están cada vez más relacionadas con otras especialidades de la Ingeniería y con disciplinas de otras áreas del conocimiento tales como economía, medicina, derecho, ciencias sociales, agronomía, etc.

Esto ha significado que los ingenieros deben interactuar cada vez más con otros profesionales, por lo que la visión tradicional del especialista está dando lugar a una visión de integración.

Desde la perspectiva de las obras y realizaciones de la Ingeniería, será cada vez más necesario desarrollar estas desde un punto de vista multidisciplinario, que integre las diferentes especialidades de la Ingeniería y de 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.

4. 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. Esta realidad, que ha acompañado al ser humano desde los albores de la Humanidad, ha tomado un gran protagonismo en las últimas décadas, proceso que sigue vigente y que impacta a diversos sectores de la población.

A continuación se presentan las perspectivas seleccionadas como relevantes en el ámbito de la Ingeniería y su relación con el medio ambiente.

PERSPECTIVA 4

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

Toda actividad humana impacta positiva o negativamente sobre el medio. En esta perspectiva, aceptada como muy probable, 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.

Un escenario donde se prevén nuevas tecnologías en el desarrollo de materiales, resulta plenamente justificado tanto por la curiosidad natural del hombre como por la necesidad de obtener más recursos debido al aumento de la población (Perspectiva 5) y a su exigencia de una mejor calidad de vida (Perspectiva 6).

Los avances en tantas tecnologías han abierto nuevos campos de acción para la ingeniería. Por ejemplo: la biotecnología con sus contribuciones en genética; los 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, productos y servicios.

En esta perspectiva, la investigación y posterior aplicación de nuevas tecnologías y desarrollo de nuevos productos, se ven como actividades motivantes e imprescindibles. Pero, toda actividad humana impacta de alguna manera sobre el medio, por lo que ellas exigen simultáneamente el estudio de sus posibles efectos secundarios que, por desconocimiento o negligencia, pudiesen ser perjudiciales para el hombre y su medio. Sin embargo, resulta preocupante constatar que, muchas veces, la apreciación de sus efectos no es fácil ni concluyente.

Por otra parte, las investigaciones científicas de hoy invaden campos cada vez más complejos. La ingeniería genética, "tecnología que permite aislar el material genético de cualquier fuente, modificarlo y volver a introducirlo en la misma u otra célula de modo tal que no pierda su funcionalidad" es un buen ejemplo. Sus aplicaciones en células vegetales, en bacterias y en animales, han tenido efectos de enorme trascendencia en áreas de la salud, de la agricultura e, incluso, de la minería. Sin embargo, una vez

más preocupan sus eventuales efectos negativos, de difícil medida, como consta en los debates sobre los productos transgénicos.

El apasionante campo de estudio abierto a los profesionales, incluidos los ingenieros, provoca interrogantes como la inserción de estas investigaciones en un marco industrial y comercial que colabore al desarrollo económico del país. Preocupación importante debe ser obtener que el impacto de las nuevas tecnologías sobre el ambiente sea positivo o, a lo menos, de magnitud controlable.

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

Como consecuencia de 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 tales como la alimentación y salud, por ejemplo.

PERSPECTIVA 12

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

La cantidad de energía eléctrica que consume un país es considerado uno de los indicadores de su desarrollo. El consumo per cápita en Chile debería aumentar significativamente en la medida que alcance los niveles de vida de ciertos países avanzados. Chile cuenta todavía con recursos hídricos en el Sur del país cuya explotación económica se irá validando con el transcurso del tiempo.

Como ha sucedido en los países más avanzados, en que ya se han utilizado los recursos hídricos de carácter económicos, 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). El gas es un elemento aún abundante y su uso se mantendrá por un tiempo apreciable.

No obstante, lo probable es que con el tiempo deba pensarse en el uso de nuevas formas de energía, más limpias, incrementando las demandas por utilizar energía, solar, eólica u otras fuentes energéticas. A este respecto, aun cuando la generación nuclear es un recurso importante de electricidad en varios países, no está exenta de fuertes críticas por la dificultad de manejar sus desechos.

A pesar de la necesidad de más suministro de energía, todo nuevo proyecto energético debe pasar los exámenes de impacto ambiental que exige la comunidad. Por lo tanto, la demanda creciente de energía debe satisfacerse, en primer lugar, con el ahorro que se logre por una mayor eficiencia en su uso.

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

PERSPECTIVA 17

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

La globalización de la economía puede impactar directamente sobre el ambiente, en una magnitud que puede ser importante, por lo que justifica una justa apreciación.

En primer lugar, 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. El Banco Mundial investiga el impacto de la liberalización comercial en el medio ambiente. De sus experiencias, nacen preguntas como: ¿La libertad de comercio, favorece la migración de empresas contaminantes hacia países por atraer inversionistas mediante bajos estándares ambientales? ¿Competen los países por atraer inversionistas mediante bajos estándares ambientales? De hecho, la globalización comercial señala ejemplos concretos 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.

Por otra parte, las empresas internacionales que se instalan en países en desarrollo pueden generar una transferencia tecnológica que resulta beneficiosa para el ambiente.

La necesidad de competir internacionalmente en igualdad de condiciones, sin subsidios directos o disfrazados, obliga a los países que tienen onerosas restricciones ambientales, a exigir igualdad de regulación. Además, las preferencias de las sociedades de diferentes países por un ambiente más limpio, presiona en el mismo sentido. Estas circunstancias ligan, cada vez más, los resultados económicos con los ambientales, como lo destacan los análisis en relación a los acuerdos de libre comercio (ALC) entre países.

Como un ejemplo de lo anterior puede citarse un párrafo de la introducción del libro “Estrategia Comercial Chilena para la Década de los 90”.

“La negociación de un ALC con Estados Unidos introducirá un tema de creciente importancia en las relaciones económicas internacionales como es el del medio ambiente. En el caso de

ALCAN (Acuerdo de libre comercio con América del Norte), uno de los focos de oposición más fuertes en EE.UU. fue el de grupos ambientalistas. En general se concluye (en el análisis de Andrés Gómez-Lobo) que no existe evidencia que indique que un ALC cause una expansión importante de las industrias contaminadoras en un país en desarrollo, o que diferencias en regulaciones ambientales perjudiquen a las industrias del país desarrollado. De hecho, un análisis preliminar del posible impacto comercial de un ALC entre Chile y EE.UU. muestra que las industrias favorecidas en Chile serían aquellas relativamente menos contaminantes dentro del sector industrial. El posible impacto ambiental negativo de un ALC es aún menor si este se da entre países distanciados geográficamente y con barreras comerciales bajas antes del ALC” “Lo anterior no anula el tema como prioridad dentro de la agenda. Por un lado, habrá presión norteamericana en el sentido de aumentar las regulaciones y su fiscalización en Chile. Por otro, independiente del ALC, la tendencia actual de usar condiciones ambientales como un requisito para el acceso a los mercados de los países desarrollados obligará a un país exportador como Chile a poner más cuidado en los impactos ambientales de sus procesos de producción”.

En este escenario, la Ingeniería local está obligada a recordar su obligación técnica y social con el ambiente.

Por otra parte, la producción a escala mundial de ciertos productos materiales (por ejemplo, forestales) en un determinado lugar, pueden provocar una orientación al monocultivo y a la pérdida de la biodiversidad en esa zona. Este tipo de casos aumentará la alteración humana del ambiente, afectado en algunos casos el equilibrio biológico. En general, durante un tiempo aumentarán los desequilibrios de producción local con respecto a la internacional, pues la explotación continuará siendo atractiva.

Como contraste, el avance en el conocimiento de desarrollo de cultivos en zonas áridas y hostiles permitirá recuperar suelos y ambientes hoy considerados no aptos, generándose una capacidad de expansión de los ecosistemas.

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

Todo lo anterior, promoverá cambios en las prácticas de la ingeniería, tanto en el diseño como en la ejecución.

PERSPECTIVA 39

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

“Por cientos de años, en su camino por tomar la primacía del planeta, el hombre ha ido inevitablemente destruyendo su propio entorno. En el pasado, las acciones humanas eran insignificantes frente a los procesos de evolución naturales. Ya no es así, el hombre ha adquirido la capacidad de influir en forma importante en los procesos básicos de la Tierra. La generación de gases de efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, los procesos generalizados de desertificación y contaminación de suelos y aguas, dan cuenta de esta nueva potencialidad, encendiendo las primeras luces de alerta sobre la inviabilidad del camino elegido para satisfacer las demandas de una población progresivamente más numerosa”(1).

Esta preocupación, en mayor o menor grado, es compartida por gran parte de la humanidad, la que se ha propuesto encontrar respuestas tecnológicas y de comportamiento social al problema. Sin embargo, el desarrollo de sistemas de control de emisiones peligrosas, la depuración de los residuos industriales, la reducción de los residuos urbanos, el reciclaje del material de deshecho, las normas sobre el uso de los recursos renovables, etc., es todavía un proceso en plena evolución. Por otra parte, a veces las soluciones propuestas chocan con intereses locales, o significan costos que la sociedad no está dispuesta a asumir o se contraponen con las posibilidades de utilización industrial de los recursos naturales necesarios para el desarrollo. Es decir, es una materia compleja aún no resuelta de manera cabal.

Este escenario ha sido visualizado por el Instituto de Ingenieros de Chile desde hace muchos años. El año 1997, en una conferencia sobre Protección Ambiental y Desarrollo que el ingeniero Fernando Léniz, el Presidente del Instituto recordaba sobre la materia: “Es un tema que nos preocupa mucho y que consideramos relevante en el desarrollo del país. Fieles a la tradición que ha sido el Instituto en sus cien años de vida, hemos trabajado, hemos producido y hemos entregado aportes. Ya el año 1985 el Instituto preparó un documento en que se

planteaban las bases de los...”

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, de la educación y la globalización, continuará el levantamiento de la conciencia social sobre la relación entre industria y trabajo por una parte y el ambiente por la otra.

Esto significa una actitud más positiva de la población hacia el cuidado del entorno, en particular en temas tales como: residuos, contaminación, desaparición de especies, etc. No obstante, la necesidad social de seguir creando y manteniendo industrias que pueden afectar el equilibrio entre desarrollo económico-social y ambiente, hará que continúe y aumente el debate sobre hasta qué punto se puede trabajar en la forma actual, cuales son los equilibrios deseables para el país, cuales son las nuevas formas de trabajo que hay que desarrollar.

La Ingeniería será requerida para proveer métodos de trabajo apropiados y métodos de producción limpia. Asimismo, la Ingeniería será requerida para resolver los problemas que afectan el entorno: reciclaje o tratamiento de residuos líquidos y sólidos para su disposición final sin ocasionar daños al ambiente; tecnología descontaminadora del aire y del agua, etc.

PERSPECTIVA 41

En el ejercicio de la Ingeniería será cada vez más necesaria la responsabilidad social del ingeniero.

La tecnología se usa cada vez más y en forma más intensa y “profunda” (lo que se refleja en todo tipo de bienes tales como edificios “inteligentes”, Internet, prótesis, etc.). Los efectos de la tecnología sobre las personas aumentan (tanto por uso como por no uso), y también sus efectos inesperados o indeseados (accidentes, por ejemplo).

La Ingeniería es un medio determinante en la aplicación y uso de las tecnologías (diseño, materiales, construcción, mantención, etc.). Por lo anterior, las personas cada vez más exigen confiabilidad y calidad humana a las obras y realizaciones de ingeniería (seguridad de instalaciones y edificios, fármacos, alimentos, etc.). En esto, coexisten con la participación de otros profesionales.

En esta perspectiva se prevé que la sociedad exigirá del ingeniero una mayor responsabilidad social. Esto implica que se esperará de él no sólo una evaluación técnica-económica positiva de sus proyectos, sino que un cuidado especial en la gestión por la calidad, incluida la seguridad estructural, y por su relación armoniosa con el entorno. La necesidad de cumplir con esta responsabilidad social lo obligará a formar equipos de trabajo con profesionales de otras disciplinas, satisfaciendo el escenario previsto en la Perspectiva 56 (Integración en el trabajo de diversas profesiones para que cada una pueda hacer un aporte efectivo).

5. 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 Ingeniería ha expandido su aplicación a nuevos campos de acción, con lo que surgen nuevas obras y realizaciones. Tal es el caso de los recientes desarrollos en biotecnología y tecnologías de la infocomunicación.

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.

A continuación se presentan algunas de las perspectivas seleccionadas como relevantes en el ámbito de las obras y realizaciones de la Ingeniería.

PERSPECTIVAS 26

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

La Ingeniería en Chile ha tenido un desarrollo paralelo al desarrollo del país. El campo tradicional de aplicación de la Ingeniería en la época de la Colonia fue la ingeniería militar. Posteriormente, los requerimientos por construcciones, caminos, puentes y obras hidráulicas impulsaron el desarrollo de la Ingeniería en obras civiles.

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

El desarrollo tecnológico que ha tenido la humanidad durante el presente siglo junto a los requerimientos de los usuarios por más y mejores productos y servicios han impulsado en la última década el desarrollo de nuevos campos de especialización de la Ingeniería tradicional tales como: Ingeniería en Agroindustria y Alimentos, Ingeniería en Computación e Informática, Ingeniería en Industrias de la Madera, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Biomédica, Ingeniería en Materiales, por señalar algunas.

Esta tendencia continuará evolucionando, apareciendo nuevos tipos de ingeniería propios de un mundo altamente especializado, abriéndose con ello nuevos campos de acción para el desarrollo de las obras y realizaciones de Ingeniería.

El dinámico avance en el conocimiento científico tecnológico que se experimenta actualmente y sus proyecciones en el futuro cercano provocan mayor especialización en las ramas vigentes de la Ingeniería y permiten el inicio de otras.

Esto plantea la necesidad de la formación de especialistas en estos campos, tendencia que continuará evolucionando, apareciendo por una parte nuevas especialidades dentro de la Ingeniería y por otra, profundizándose los campos actuales.

PERSPECTIVA 27

Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería

La Ingeniería tiene actualmente un gran campo de acción, influyendo prácticamente en todas las esferas de la actividad humana. Esto trae como consecuencia que el ingeniero debe interactuar cada vez más con profesionales que pertenecen ya sea a diferentes especialidades de la Ingeniería o a diversos ámbitos del conocimiento.

Esto es particularmente cierto en el caso de aquellos problemas complejos tales como contaminación ambiental, crisis climática o, uso eficiente de recursos, en los que se requiere que se integren las diferentes disciplinas de la Ingeniería con otras disciplinas.

Esto ha significado que las formas de trabajo usuales de una determinada disciplina se están haciendo inadecuadas para atender los diversos campos de acción de ella y de las profesiones asociadas.

Por ello, es cada vez más necesario abordar las obras y realizaciones de la Ingeniería desde un punto de vista multidisciplinario, que integre las diferentes especialidades de la Ingeniería y de éstas con otras áreas del conocimiento.

PERSPECTIVA 28

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

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 regadío, infraestructura sanitaria, agua potable, centrales de energía, trabajos en minería, industria metalmeccánica, telecomunicaciones, etc.

Durante los últimos años, han sido importantes sus aportes en: extracción minera, electrificación del país, ingeniería naval, construcción de fabricas de celulosas y papel, construcción de puertos, transporte urbano, etc. Además, han hecho un aporte significativo a la explotación racional de los recursos naturales, al desarrollo empresarial y a la definición de marcos regulatorios para diversos sectores de la economía.

Durante la última década, la Ingeniería se ha centrado en el desarrollo de rubros productivos con moderado valor agregado relativo tales como: minerales, metales, harina de pescado, papel, celulosa, madera, frutas, etc.

Esto ha empezado a cambiar ya que es cada vez más frecuente encontrar el aporte de la Ingeniería en productos y servicios no asociados a la mera explotación de los recursos naturales.

La contribución de la Ingeniería al desarrollo del país irá por la vía de incorporar valor agregado a los productos y servicios destinados tanto al mercado interno como a la exportación incorporándoles de esta forma conocimientos. 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 diversas, y de infraestructura de transporte, 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.

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

El crecimiento de la población, la mayor complejidad de la vida moderna, la existencia de necesidades básicas insatisfechas, las exigencias de una mejor calidad de vida y el acceso de la población al conocimiento las formas de vidas 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.

Para satisfacer estas crecientes demandas por mayores y mejores productos y servicios, la Ingeniería continuará siendo un actor relevante para diseñar y construir nuevas viviendas, escuelas, hospitales, sistemas de recolección de aguas lluvias, servicios de agua potable, alcantarillado, nuevos sistemas de infraestructura de transporte, sistemas de salud pública, sistemas de gestión de la información, etc.

6. PERSPECTIVAS EN EL AMBITO DE LA GLOBALIZACION, CAMBIO INTERNACIONAL E INGENIERIA.

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 inmersas 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.

En este contexto, a continuación se presentan algunas perspectivas seleccionadas en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la globalización y el cambio internacional.

PERSPECTIVAS 31, 32, 33

La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico-social y de la competitividad de un país moderno

La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional

A nivel nacional e internacional, la competencia de las empresas continuará siendo un factor importante de desarrollo económico-social de los países

Las actividades de investigación y desarrollo han sido, en los países desarrollados, un factor determinante de su innovación tecnológica, la que a su vez ha posibilitado que las empresas de esos países obtengan posiciones de liderazgo en la elaboración de nuevos productos y servicios, con niveles cada vez más exigentes de calidad.

La innovación tecnológica les ha permitido abrir nuevos mercados y descubrir nuevas necesidades no satisfechas de la población. En cierto modo, esta actitud de innovación permanente ha permitido crear la demanda para nuevos productos. En el mundo actual de creciente globalización, es posible pensar que la capacidad competitiva determinante está dada por la capacidad de innovación tecnológica, entendida ésta en un sentido amplio (que incluya tecnologías de gestión).

La globalización, que ha generado por una parte, la llegada al mercado nacional de productos importados con calidades y precios competitivos con la producción nacional y por otra ha obligado al sector productivo local a salir a competir en mercados internacionales exigentes, requerirá en forma creciente a nuestro país ampliar su capacidad competitiva. Para ello, nos parece inevitable desarrollar también una capacidad y una actitud de innovación tecnológica; ésta ya ha dejado de ser una simple aspiración sofisticada que sólo pueden alcanzarla algunas empresas puntuales, y se ha convertido en un requisito indispensable de nuestra mentalidad productiva como país.

PERSPECTIVAS 7,8,47

Aumentará la integración económica de Chile con otros países de Latinoamérica

Aumentará la integración económica de Chile con los países más desarrollados

La economía de exportaciones continuará siendo un factor significativo del desarrollo del país

Es evidente que uno de los motores del rápido desarrollo económico observado en Chile en las últimas décadas han sido las exportaciones, las que inicialmente se desarrollaron en el marco de un comercio internacional libre, sin la presencia de acuerdos de libre comercio sectoriales. En los últimos años, acuerdo 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.). Parece claro que la tendencia a continuar celebrando este tipo de acuerdos se mantendrá en el tiempo; es más, es posible que más allá de eventuales desventajas para Chile en algunos de estos acuerdos, el país se vea obligado a someterse a esta lógica, si es que desea ser un actor relevante en el mercado de una economía global.

Su capacidad técnica deberá ser capaz de sopesar las ventajas y desventajas. Su capacidad de negociación debe permitir alcanzar un beneficio colectivo.

En este marco general de acuerdos de libre comercio, es necesario poner una especial atención a los servicios de Ingeniería, los que presentan características particulares que los distinguen de otros servicios. Así por ejemplo, la discusión de tasas arancelarias y derechos de aduana pierde relevancia, frente a otros aspectos tales como igualdad de trato, acreditación de carreras, equivalencias de títulos profesionales, etc. Este tipo de factores no ha sido debidamente considerado en las discusiones que nuestro país ha llevado a cabo en relación a la elaboración de acuerdos de libre comercio.

Por otra parte, las transformaciones económicas de la región, que han llevado a un número creciente de países a

asumir el modelo de competencia y apertura a mercados globales, crean oportunidades nuevas para la oferta de servicios y productos que puede hacer la Ingeniería nacional.

PERSPECTIVAS 34, 35, 36

La competencia nacional e internacional entre empresas tomará formas cada vez más transparentes y leales

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

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

Respecto a la perspectiva 34, los resultados de la encuesta indican que se le asigna un alto grado de relevancia a dicha perspectiva, pero el grado de acuerdo es más bien bajo. Esto puede estar indicando que la gran mayoría de los encuestados considera que las reglas bajo las cuales se está dando y se dará en el futuro esta competencia será cada vez un factor más importante a considerar; existiendo un número importante de encuestados que considera que su forma es poco transparente y poco leal. En este caso, los actores de la ingeniería nacional y el sector productivo en general deberán estar particularmente atentos a esta suerte de imperfección de los mercados, de modo de buscar formas de neutralizar o al menos paliar su efecto. A nivel de la institucionalidad del país, esto plantea la necesidad de definir o acordar cuerpos legales que delimiten la forma cómo se debe competir en este ambiente de economía abierta y global.

Por otra parte, la cooperación entre empresas, que se observa como una práctica habitual en países más desarrollados que el nuestro, puede constituir una forma de crear riqueza y contrarrestar las formas más agresivas de competencia (que puede llegar a incluir las prácticas poco transparentes o desleales).

Todas las formas de cooperación involucran diversas formas de trabajo en equipo, factor cuya importancia continuará aumentando.

La cooperación no pareciera constituir todavía una forma de trabajo establecida con vigor en Chile.

7. PERSPECTIVAS EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA.

La Educación en toda profesión es determinante para proveer los conocimientos específicos de ella y contribuir a la creación de una cultura apropiada para su práctica.

Esto es particularmente relevante en el caso de la Ingeniería, tanto por la presencia de conocimientos obsoletos y de otros nuevos (principalmente en tecnologías) como por la aparición de nuevos campos de acción. Uno de estos campos está ligada a la necesidad de crear equipos de trabajo para facilitar integración de disciplinas complejas en cada proyecto de ingeniería, sin afectar su eficiencia lo que conduce a incrementar las capacidades de liderazgo y de gestión.

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. Esto se refleja tanto en el currículum como en las metodologías.

A continuación se presentan aquellas perspectivas que se han seleccionado como relevantes en Educación en Ingeniería.

PERSPECTIVAS 18, 26, 27

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

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

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

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. Asimismo será indispensable que desarrolle un espíritu emprendedor y una actitud de liderazgo.

La sociedad avanza hacia formas de vida y de trabajo mucho más tecnificadas y la realización de las tareas rutinarias será cada vez más automatizada, generando nuevos contextos sociales. Por ello, la innovación tecnológica será un factor determinante en el progreso económico. Este progreso implicará agregar valor a los productos, crear nuevos productos y mejorar y garantizar su calidad. 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.

Por otra parte, el aumento de la eficiencia empresarial, la aplicación de tecnologías de punta, la tendencia a comprar servicios, que pueden ser nacionales o extranjeros, y el aumento de las ofertas de profesionales traerá como consecuencia una mayor dificultad para emplearse (considerando los criterios tradicionales). El ingeniero deberá enfrentar esta realidad mediante una capacitación continua y tratando de generar su propia fuente

de trabajo, a través de la creación de nuevas empresas productivas, o de servicio, en muchos casos de tamaño pequeño, asociados a satisfacer las necesidades del territorio, que pueden comprar y vender vía internet, lo que permitirá además crear más empleos, aprovechando las potencialidades de aquellos segmentos de la sociedad cuyo potencial no está plenamente utilizado, por ejemplo, mujeres que pueden desarrollar tareas e su hogar o cerca de su hogar.

Lo anterior abre el debate sobre la conveniencia de redefinir y reestructurar los programas de pre y de postgrado.

En este contexto, es posible señalar las siguientes posibles tendencias:

En pregrado, la formación del Ingeniero orientada a los conocimientos fundamentales de las Ciencias la Ingeniería, a la integración con disciplinas afines, al desarrollo del espíritu emprendedor y a la actitud de liderazgo.

En postgrado, la orientación a lograr la especialización del Ingeniero en un programa de Magíster, o a su formación como investigador de alto nivel en un programa de Doctorado.

PERSPECTIVAS 1

Las tecnologías de la infocomunicación están afectando y producirán una transformación en la docencia y práctica de la Ingeniería

El correo electrónico, las páginas web, los textos y revistas electrónicas, las teleconferencias y la dictación de cursos a distancia se han constituido en herramientas docente de uso generalizado en el mundo desarrollado: también en nuestro país se está intensificando fuertemente su uso. Algo similar ocurre en el ejercicio profesional.

Estos procesos están cambiando los roles de los docentes y de los ingenieros ya que las herramientas proveen medios efectivos de procesamiento, almacenamiento y recuperación de la información para fines educativos y de gestión.

PERSPECTIVA 50

Aumentará la necesidad de integrar más la enseñanza de las diversas disciplinas de la Ingeniería

Un análisis de la evolución que están siguiendo las diferentes disciplinas de la Ingeniería muestra innumerables casos en que los avances surgen de la aplicación de técnicas o métodos desarrollados por otras disciplinas. Por ejemplo, la aplicación del análisis de señales y de sistemas en la ingeniería antisísmica, de los sistemas expertos y de las técnicas de automatización y robótica en la ingeniería de construcción, del procesamiento de imágenes en la ingeniería de alimentos, etc.

Por otra parte, el ingeniero actual debe enfrentar en su vida profesional, cada vez con mayor frecuencia, problemas de mayor complejidad que involucran a diversas disciplinas de la ingeniería.

En síntesis, la misma fragmentación de la Ingeniería en muchas especialidades hace necesario su integración al momento de abordar un tema con implicaciones en la sociedad.

PERSPECTIVA 51

Es cada vez más necesaria la incorporación de la formación humanística en la enseñanza de la ingeniería.

Las mejores oportunidades que ofrecen las carreras ingenieriles, la competencia cada vez mayor a que se ven enfrentados los estudiantes, por ejemplo para ingresar a la universidad, los hace privilegiar una formación más especializada en la enseñanza media y a alejarse de las humanidades. Por el contrario, en la vida profesional, debido a la creciente intensidad de las relaciones humanas en obras y proyectos, a la globalización de la economía y a la mayor complejidad de los problemas que enfrenta la Ingeniería, se hace cada vez mas necesario que el ingeniero domine ciertos ámbitos de las humanidades y de las ciencias sociales. En particular, para que se desenvuelva bien en diversos países y pueda comunicarse con otros profesionales y personas de diferente condición. Lo anterior plantea urgentes exigencias de formación en temas diferentes a los de las disciplinas ingenieriles: historia, geografía, expresión oral y escrita, inglés, psicología, etc.

PARTE B

DESAFIOS DE LA INGENIERIA CHILENA

1. VISION GENERAL

En el contexto de las perspectivas planteadas en el capítulo anterior y la realidad de las necesidades y oportunidades de nuestro país, se pueden identificar una cantidad importante de desafíos para Chile en los cuales la Ingeniería tiene un gran protagonismo. En este capítulo se abordan estos desafíos y se exponen con algún detalle aquéllos que han sido seleccionados como los más relevantes.

Desde el punto de vista de una visión global, es posible destacar los siguientes temas principales que le dan cohesión y profundidad a estos desafíos.

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

Efectivamente, son muchas las formas específicas en las cuales la Ingeniería está participando en el desarrollo de nuevas obras, productos, procesos, organizaciones, etc.

En general, estos aportes han sido 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.

Pues bien, estamos en presencia de una oportunidad significativa de aplicar una Ingeniería más activa, en la cual, la innovación permita no solamente aumentar la calidad, eficiencia y cobertura de todos sus aportes, sino que al mismo tiempo utilizarla 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. En este contexto es bueno recordar lo que don R. Sáez dijo en el Centenario del Instituto de Ingenieros: “En cierto modo, la economía industrial se ha desligado de su dependencia de los productos primarios. En efecto, si uno observa a los países nuevos industriales que se citan continuamente como ejemplos, Japón, Corea, Taiwan, etc., no tienen materias primas, pero lo que exportan son productos de alto valor agregado en el cual la materia prima tiene una participación pequeña. Un movimiento activo entre autoridad, empresarios, educación y profesionales en este sentido, es un desafío para alcanzar desarrollo económico y bienestar general”

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

En una economía que se globaliza crecientemente, es evidente que 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.

La Ingeniería chilena ha tenido incursiones interesantes en otras partes del mundo, contribuyendo con su aporte a obras, a gestión, a industria. No obstante, estas participaciones han sido más bien esporádicas que sistemáticas y no configuran todavía una presencia de la Ingeniería chilena que sea estable, creciente y robusta en los mercados internacionales.

La oportunidad está. Por ejemplo, la construcción con nuevos métodos de diseño, la ingeniería en tecnologías de la información, etc. tienen posibilidades de desarrollarse en muchas partes y particularmente en todo el continente. 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 abordaje de los problemas y de las oportunidades de la sociedad chilena en los cuales puede hacer un aporte relevante.

Es evidente que muchos ingenieros se han transformado en líderes en sus respectivos ámbitos en la sociedad chilena. Así encontramos empresarios, políticos, académicos que se destacan con el aporte de su profesionalismo y también por su aporte personal en la conducción de la transformación y desarrollo de sus entidades. No obstante, esta no es una actitud generalizada y tampoco está a la altura que se requiere en muchos ámbitos.

Chile ha ido acumulando una cantidad importante de problemas y oportunidades que merecen mayor dedicación y mayor concentración de liderazgo. Ejemplos tenemos en la solución de la contaminación de las grandes ciudades, la

profesionalización de la pequeña empresa y su estabilización en el mercado, etc. Resolver estos problemas y aprovechar las iniciativas que generan, requieren de un aporte genuino de liderazgo y, en ellos, la Ingeniería tiene un aporte sustantivo que hacer debido a lo dependiente que son dichos temas de los contenidos tecnológicos de esta actividad.

En síntesis, la Ingeniería puede contribuir efectivamente a crear un ambiente favorable para el desarrollo del país y a promover la creación de empresas, entre otras iniciativas relevantes.

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

La Ingeniería chilena, así como otras profesiones, se ha desarrollado principalmente a través de la aplicación de sus propios métodos y sus propias formas de trabajo. No obstante, 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.

Por otra parte, la forma de trabajar de la Ingeniería ha ido cambiando significativamente como consecuencia de los mismos tipos de interacciones que se producen en los campos que elabora, 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.

A continuación se presenta una relación con todos los desafíos identificados en este trabajo.

Nº	TITULO
1	Contribuir efectivamente al logro de una explotación sustentable de los recursos naturales del país , según los actuales niveles de producción
2	Contribuir efectivamente al aumento de la explotación sustentable de los recursos naturales del país
3	Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades
4	Contribuir efectivamente a la habitabilidad del “mundo rural
5	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.)
6	Contribuir efectivamente a aumentar la productividad y calidad del trabajo en los ámbitos donde la ingeniería ejerce una influencia moderada (gobierno , salud , etc.)
7	Aumentar el valor agregado de los productos , en particular de aquéllos asociados a los recursos naturales
8	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la oferta de productos y servicios para el mercado interno.
9	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la oferta de productos y servicios para los mercados internacionales
10	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la demanda de productos y servicios para los mercados internacionales
11	Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la ingeniería chilena
12	Aumentar los niveles de actividad de los ingeniería chilena de modo de lograr mayor cobertura e impacto
13	Contribuir efectivamente a generar oportunidades de empleo para diversos sectores de la población
14	Contribuir efectivamente al aumento de cantidad de obras , productos y servicios necesarios de ingeniería.
	En general .
	En particular
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).
	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.

	Comercio.
	Gobierno.
15	Aumentar la confiabilidad de las obras , productos y servicios de ingeniería.
	En general .
	En particular
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).
	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.
	Comercio.
	Gobierno.
16	Aumentar la calidad de las obras , productos y servicios de ingeniería.
	En general .
	En particular
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).
	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.
	Comercio.
	Gobierno.
17	Disminuir los costos de las obras , productos y servicios de ingeniería.
	En general .
	En particular
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).

	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.
	Comercio.
	Gobierno.
18	Innovar en la educación en Ingeniería.
	En general.
	En particular
	En perfil profesional.
	En curriculum.
	En formas y medios de enseñanza.
	En “espíritu emprendedor”.
19	Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión de ingeniero.
20	Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en los negocios de la ingeniería.
21	Internacionalizar la ingeniería chilena (no sólo en el sentido de exportación , sino que de globalización).
22	Participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel nacional.
23	Participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel internacional.
24	Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la capacidad empresarial del país (más empresas en diversos ámbitos).
	En general.
	En particular , según tamaño
	Grandes empresas.
	PyME.
	Microempresas.
	En particular , según sector
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).
	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.

	Comercio.
	Gobierno.
25	Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la competitividad de las empresas chilenas (en general).
	En general.
	En particular , según tamaño
	Grandes empresas.
	PyME.
	Microempresas.
	En particular , según sector
	Telecomunicaciones e Informática.
	Transporte.
	Vivienda.
	Energía.
	Agua (consumo humano, riego , etc.).
	Minería.
	Industria.
	Silvoagropecuaria.
	Pesca y acuicultura.
	Servicios (bancos , afp , etc).
	Educación.
	Salud.
	Defensa.
	Comercio.
	Gobierno.
26	Contribuir significativamente a mejorar la cooperación y articulación de las empresas chilenas y extranjeras (“clusters” , cadenas de valor , alianzas , desarrollo de proveedores, etc.).
27	Contribuir significativamente a la cooperación entre universidades , institutos tecnológicos y empresas.
28	Aumentar la capacidad y competitividad de las empresas chilenas de ingeniería.
29	Mejorar la calidad y competitividad de la ingeniería chilena.
30	Contribuir significativamente al crecimiento del PIB chileno.
31	Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones apropiadas para el desarrollo del país (medio ambiente , energía , etc.).
32	Contribuir efectivamente al establecimiento de normas apropiadas para el desarrollo del país (calidad de productos , etc.).
33	Ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo e innovación.
34	Contribuir significativamente al desarrollo tecnológico.
35	Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica internacional hacia Chile (calidad , cantidad , oportunidad).
36	Incorporar mayor contenido científico-tecnológico vigente a la ingeniería chilena.
37	Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica desde Chile a otros países.

38	Contribuir significativamente a una mayor valoración social de las obras , productos , servicios y aportes de la ingeniería chilena.
39	Contribuir significativamente a la creación de nuevas oportunidades para posibilitar el desarrollo del país.
40	Incorporar en forma más relevante los factores ambientales y sociales en las obras , productos y servicios de ingeniería.
41	Contribuir más efectivamente a la realización de obras de ingeniería que satisfagan las necesidades sociales básicas.
	En general.
	En particular.
	Alimentación.
	Vivienda.
	Transporte.
	Salud.
	Educación.
	Seguridad .
42	Contribuir más significativamente a dinamizar y acelerar el desarrollo del país (a través de la acción sobre diversos actores).
43	Contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad de vida de las personas.
44	Promover un desarrollo más efectivo de los mercados internos
45	Contribuir a la transformación y desarrollo de la sociedad a través de la concepción y aplicación de nuevas ideas que surjan del quehacer de la ingeniería y de la tecnología.
46	Concebir y producir obras y realizaciones que permitan una alta gratificación para sus autores ingenieros, independientemente de los beneficios sociales de ellas.
47	Concebir y realizar nuevas formas de hacer ingeniería basada en la integración armónica con otras profesiones.

A continuación se presentan los desarrollos de los desafíos considerados como más relevantes por la Comisión D y P en los respectivos ámbitos.

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

El vínculo entre Tecnología e Ingeniería 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.

Esto plantea una serie de desafíos, algunos de los cuales se han seleccionado para su presentación en este informe.

DESAFIOS 11, 34, 35, 36

Incrementar fuertemente la capacidad de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica con el fin de contribuir significativamente a un rápido progreso de Chile

Concepto

Reunir en un solo desafío la innovación, el desarrollo y la transferencia tecnológica se explica por el alto grado de sinergia que existe entre ellos para alcanzar un mayor progreso tecnológico. Es así como:

Un gran volumen de transferencia tecnológica en todos los campos facilita la realización de desarrollos tecnológicos en muchos de ellos, así como también estos últimos generan buenas condiciones para hacer innovaciones.

Para seleccionar la mejor opción entre innovar, desarrollar o transferir tecnología, se deberán balancear los beneficios, costos y riesgos asociados de cada una de ellas, dentro del marco estratégico y de recursos de la organización.

Muchas de las acciones propuestas para incrementar la innovación, el desarrollo y la transferencia tecnológica son comunes para todas o se deben realizar en forma simultánea dentro de un mismo proyecto.

Justificación

En Chile se invierten unos 500 millones de dólares anuales en ciencia y tecnología, que representan el 0,64% del PGB. El 70,7% de esta inversión la hace el Estado, el 15,2% las empresas y el resto los fondos externos. Si comparamos esta inversión con la que hacen los países desarrollados que es entre el 2% y el 3% del PGB (en los que la participación empresarial es muy significativa), podemos decir que la inversión en Chile es baja, lo que nos hace presumir que es insuficiente, si suponemos que la calidad y productividad de la ciencia y tecnología que se desarrolla no es superior a la de los países más avanzados. Además, claramente no es una buena señal el bajo porcentaje de inversión que hacen las empresas, que es la que usufructúa en mayor grado de los progresos tecnológicos.

Las empresas son las que principalmente deben realizar innovaciones, desarrollos y transferencias tecnológicas para su propia conveniencia, ya sea con su propia infraestructura de trabajo (plantas pilotos, laboratorios y equipamiento adecuado), o en coordinación con las universidades y otros centros de investigación del país. Las empresas deberán contar con una política explícita de apoyo y seguimiento a esta actividad. Es fundamental que exista una clara definición de objetivos y que los grupos de investigación tengan una dependencia jerárquica con alta influencia en la empresa.

El rol subsidiario del Estado en el progreso tecnológico es muy relevante para un país como Chile, no sólo para corregir la brecha entre el beneficio social y privado de las innovaciones y desarrollos tecnológicos, sino que también para generar las condiciones favorables para que las empresas privadas puedan tener un rol más relevante y activo en el progreso tecnológico, como ocurre en los países desarrollados.

Un objetivo central para la Ingeniería en el mundo es producir mayor innovación tecnológica. Sin embargo, cabe preguntarse si éste debe ser también un objetivo para la ingeniería chilena, teniendo en principio la opción de ser sólo usuarios de tecnologías creadas y desarrolladas fuera del país, donde se dispondría de más recursos y conocimientos.

La respuesta categóricamente es sí por las siguientes razones:

1. Hay muchos campos donde Chile tiene oportunidades mejores que otros Países para innovar tecnologías. En general ellas están asociadas a las actividades ligadas a la 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.
2. La innovación tecnológica constituye un pilar estratégico fundamental de acción para crear ventajas competitivas duraderas, gracias a las cuales se puede generar una mayor riqueza en las empresas y naciones en relación con el esfuerzo empleado. Los proyectos de innovación tecnológica suelen ser a larga los de más alta rentabilidad de un negocioⁱⁱⁱ; siempre que sean adecuadamente evaluados y gestionados, particularmente en los riesgos, que muchas veces frenan la realización de importantes ideas. Además, es importante considerar que los éxitos en este campo son motivo de satisfacción y orgullo de los pueblos, como también un importante recurso de poder e independencia de las naciones.
3. Hay numerosos profesionales chilenos con gran capacidad de innovación tecnológica que se han formado en Chile, donde existe un buen nivel educacional en Ingeniería en relación con varios otros países, si bien muchos de éstos han perfeccionado sus estudios en el extranjero. Además hay varios centros de investigación que cuentan con la infraestructura necesaria para realizar trabajos de innovación tecnológica^{iv} y el país cuenta también con los recursos financieros para desarrollar las ideas más promisorias^v.

Si bien estas razones son suficientemente poderosas como para asumir el desafío mencionado, es también necesario tener presente algunas consideraciones adicionales:

La ingeniería tradicionalmente ha valorado y enseñado lo que ya existe. Los ingenieros innovadores lo han sido no porque fueron formados para ello, sino debido a que permitieron que su intuición y su audacia se

manifestaran, a pesar de los conceptos establecidos. En la actualidad, el aporte de innovación proviene en general de ideas que se originan más bien como consecuencia de resolver un problema con ingenio, que de tener una inquietud por conocer con detenimiento los conceptos básicos insertos en la actividad tecnológica que a cada especialidad le corresponde desarrollar.

Es muy importante que la Ingeniería comience a valorar sistemáticamente el interés en lo desconocido, la intuición, el desarrollo del sentido de oportunidad, la aceptación del riesgo y el manejo del error como instancias adicionales de formación y de aprendizaje. Con ello se logrará formar personas innovadoras más integrales y con un mayor potencial de contribución a una buena calidad de vida en el medio en que se desenvuelven. Es necesario cambiar el enfoque de gestión de los institutos de investigación y de las universidades, para asegurar la formación de ingenieros investigadores y su dedicación a la I+D en forma efectiva.

La mayor parte de la oferta de servicios tecnológicos y de I&D existentes en Chile no está orientada hacia el sector industrial (incluidas las ramas que procesan materias primas locales), sino más bien hacia sectores cercanos a los eslabonamientos iniciales de las cadenas productivas que se originan en la explotación de recursos naturales^{vi}. Esto indica que el área industrial requerirá de un fuerte impulso innovador para mejorar su nivel de competencia.

Las inversiones en innovación y desarrollo tecnológico, además del mayor riesgo económico involucrado en estos proyectos, suelen presentar un cierto grado de incertidumbre en su recuperación debido al hecho que en muchos casos no pueden asignarse adecuadamente parte de sus beneficios sociales como beneficio privado, razón por la que los mecanismos de financiamiento de este tipo de proyectos son escasos e insuficientes y podrían requerir, como ocurre en algunos países, mecanismos de subvención.

Si bien individualmente los desarrollos tecnológicos y la transferencia de tecnologías no proporcionan, en general, tantos beneficios como la innovación, constituyen prácticamente un paso necesario para su

éxito, son mucho más frecuentes en su aplicación y se dan en más campos que la innovación misma, por lo que su efecto global en el progreso tecnológico de un país también es importante.

Acciones Relevantes

El gran desafío planteado se alcanzará desarrollando numerosas y variadas iniciativas en cada una de las etapas del ciclo de vida de la innovación, el desarrollo y la transferencia tecnológica. Algunas de las acciones más relevantes son:

1. Etapa Preinversional: La generación de nuevas ideas de progreso tecnológico.

Esta primera etapa comprende las acciones desde la detección y desarrollo de nuevas ideas de progreso tecnológico, hasta que éstas se formulen y evalúen bajo el concepto de un proyecto tecnológico atractivo.

En la educación:

Enseñar a identificar, formular y evaluar las ideas de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica de acuerdo a las prácticas recomendadas de presentación y evaluación de proyectos.

Fortalecer la enseñanza en la preparación de estudios de mercado sobre nuevos productos e ideas.

Potenciar la capacidad de creación e inventiva necesaria para la innovación y desarrollo tecnológico, como la capacidad de aprendizaje de nuevas tecnologías.

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

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

Profundizar y hacer más conciencia en los valores éticos de la profesión, en particular el respeto y el reconocimiento por las ideas creativas de los otros.

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

Desarrollar la capacidad de cuestionamiento de los paradigmas establecidos y de identificación de nuevas oportunidades de mejoramiento en procesos de producción y gestión.

En el gobierno:

Desarrollar y ampliar concursos de ideas y proyectos para resolver problemas de carácter nacional o específicos, estableciendo una línea de trabajo de largo plazo y realizando un trabajo sistemático a lo largo del tiempo.

Establecer un ambiente estimulante e innovador que convoque a las universidades, centros de investigación y empresas para enfrentar las necesidades propias del país, en sus líneas de investigación creando así una relación directa entre educación, desarrollo y proyecto país.

Fortalecer y promover la información sobre temas de innovación por diversos medios, especialmente a través de Internet.

En las empresas e instituciones:

Mejorar eficaz y eficientemente la selección, adaptación, desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías en la transferencia tecnológica internacional, así como la relación con las fuentes externas de ciencia y tecnología a fin de asegurar una óptima disponibilidad.

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

2. Etapa Inversional: Desarrollo de proyectos de progreso tecnológico.

Esta segunda etapa comprende las acciones desde la aprobación, financiamiento y ejecución de proyectos de progreso tecnológico hasta que éstos logren su objetivo desde el punto de vista técnico, o se decida que es más conveniente terminar anticipadamente el proyecto.

En la educación:

Fortalecer la enseñanza para la promoción de nuevas ideas y proyectos de innovación, y desarrollo tecnológico, para conseguir financiamiento, dirigir, gestionar y controlar proyectos de innovación y desarrollo, y en particular, para reorientar actividades en función de los resultados y evaluar la conveniencia de distintos cursos de acción incluyendo la suspensión del proyecto.

En el gobierno:

Ampliar y fortalecer el mercado de proyectos de innovación y desarrollo, así como el de financiamiento. Estudiar la conveniencia de establecer planes de financiamiento en los que participe el estado como inversionista mediante fondos de capital de riesgo. En todo caso, promover el desarrollo de la industria de capital de riesgo.

Establecer una franquicia tributaria^{vii} (controlada por Conicyt, por ejemplo) para los gastos en innovación y desarrollo tecnológico que podría consistir en otorgar un crédito tributario por varios años por inversiones en innovación y desarrollo tecnológico.

En las empresas e instituciones:

Aumentar sustancialmente la inversión en ciencias y tecnología, en particular en empresas privadas cuya participación total debiera ser muy superior al 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.

Crear dentro de las propias empresas grupos dedicados a realizar innovación y desarrollo tecnológico, ya sea 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 que permitan responder a programas de innovación más intensos.

3. Etapa Post-inversional: Aplicación de progresos tecnológicos.

Esta etapa comprende las acciones desde la aplicación y comercialización de innovaciones y desarrollos tecnológicos o se concreten transferencias tecnológicas hasta que se logra el objetivo económico y social.

En la educación:

Enseñar conceptos de comercialización y marketing de las innovaciones y desarrollos tecnológicos.

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

En el gobierno:

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

Premiar las mejores innovaciones y desarrollos tecnológicos.

En las empresas e instituciones:

Fortalecer los mecanismos de evaluación para la incorporación de nuevas tecnologías en el trabajo, incluyendo la aplicación o 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.

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

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

¿Qué pasaría si esta actividad súbitamente dejara de existir? La respuesta a esta extraña pregunta es: el ser humano volvería a un estado primitivo y precario, y por cierto, con una cantidad de población sustancialmente menor. Pero por otra parte, se nos plantea una permanente interrogante ¿Es verdad que los millones de personas que viven en la miseria preferirían las condiciones actuales a las que habrían tenido sin el desarrollo tecnológico?.

Estas y otras interrogantes nos plantean la interdependencia entre Ingeniería y sociedad en forma dramática.

Esta relación se expresa cotidianamente en la satisfacción de las necesidades y aspiraciones de las personas. Estas son las bases de los desafíos que la Ingeniería debe asumir: dar respuestas y también crear nuevos espacios de acción para una vida más digna y próspera.

A continuación se presentan algunos de los desafíos seleccionados como relevantes en el ámbito de la Ingeniería y su relación con la sociedad.

DESAFÍO 24

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

Concepto

Chile necesita mayor volumen y mejor calidad de su capacidad empresarial. No obstante los logros obtenidos en las últimas décadas en el desarrollo empresarial, las necesidades existentes y proyectadas de la población plantean una demanda sustantiva por más y mejores empresas. La capacidad empresarial es un concepto amplio, que involucra la capacidad para emprender nuevas empresas y proyectos, mejorar y mantener las existentes, la capacidad de asumir riesgos, y la capacidad de liderazgo y gestión.

Justificación

Este desafío cuenta con una amplia aceptación en la comunidad. En la economía social de mercado que se ha ido consolidando en nuestro país en las últimas décadas, se hace cada vez más necesario contar con estas capacidades empresariales. Ahora son los individuos, más que el Estado los que deben crear las nuevas condiciones para un desarrollo económico sostenido. En esta iniciativa individual, los ingenieros están en una posición privilegiada para hacer una significativa contribución, especialmente por la necesidad cada vez más creciente de combinar aspectos tecnológicos con aspectos de gestión en la creación de nuevas empresas.

En particular, es extraordinariamente relevante la participación de la ingeniería en las siguientes actividades empresariales: reconversión de procesos productivos e incorporación de tecnología; desarrollo de nuevos mercados con alto valor agregado, en especial en las PyME; creación de empresas en ámbitos de negocios en los cuales la tecnología es un factor determinante (tecnologías de la infocomunicación, internet, biotecnología, nuevos materiales); etc.

Acciones relevantes

Promover una mayor conciencia en los ingenieros del país, a

través de diversas organizaciones (como el Colegio de Ingenieros y el propio Instituto de Ingenieros de Chile), de la importancia de tener una participación activa en esta capacidad para concebir nuevas empresas y proyectos, poniendo especial énfasis en las dimensiones de sus beneficios, riesgos, liderazgo y capacidad de gestión.

Invitar a las universidades a realizar una revisión curricular de modo de 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 se 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.

DESAFÍO 25

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

Concepto y justificación

Parte del sector empresarial chileno ha enfrentado con éxito los desafíos de la economía de mercado y de la apertura a los mercados internacionales. Sin embargo, 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.

Para sobrevivir en este nuevo escenario, es imprescindible mejorar los niveles de competitividad de las empresas chilenas, desarrollando nuevas formas de organización y nuevos esquemas de gestión apropiada a esta realidad. La Ingeniería debe hacer su aporte en estos nuevos esquemas

de gestión que deberán imperar en las empresas; en particular todo lo referente a la gestión de la tecnología debe constituir una preocupación preferente de ingeniería chilena.

Acciones relevantes

Se debe crear conciencia en las distintas organizaciones asociadas a la ingeniería nacional del aporte que la Ingeniería debe realizar en este esfuerzo por crecer en competitividad; del mismo modo es necesario aumentar esta conciencia en las agrupaciones empresariales más relevantes del país (como SOFOFA, la Confederación de la Producción y del Comercio, CONAPYME, etc.)

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.

Elevar la productividad y competitividad de la Pequeña empresa (micro, pequeña y mediana) por su gran atraso relativo a la gran empresa, por su flexibilidad y capacidad de adaptación a las variaciones del mercado en cuanto al requerimiento de bienes y servicios, y por su potencial de participación en el crecimiento económico nacional y en la generación de empleo.

DESAFÍO 29

Contribuir a mejorar la calidad y competitividad de la ingeniería chilena.

Concepto y justificación

En la misma línea del Desafío 25, las nuevas exigencias de la competencia global requieren una ingeniería que se desarrolle a nivel competitivo en base a estándares internacionales. La ingeniería nacional participa en distintas fases de la elaboración de productos y servicios, y por tanto incide en la calidad y en los costos de los mismos, de un modo importante.

Es importante que las oficinas que desarrollan ingeniería estén más atentas y comunicadas con sus homólogas de países altamente industrializados, de modo que estén más al tanto y utilicen los estándares y procedimientos que conducen a una ingeniería competitiva y de alta calidad internacional.

Acciones relevantes

Crear conciencia en las distintas asociaciones de empresas de ingeniería (como la asociación de empresas de consultoría de ingeniería) de esta necesidad de mejorar la competitividad y calidad de la ingeniería nacional; identificar experiencias internacionales que puedan ser útiles en este proceso y difundirlas a nivel nacional.

Internacionalizar la ingeniería para acceder a mejores volúmenes de actividad por sector, y con ello generar economías de escala.

Introducir una mayor “productización” (reproducibilidad).

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.

DESAFÍO 41

Contribuir más efectivamente a la realización de obras de ingeniería que satisfagan las necesidades sociales básicas

Concepto

Entendiendo el concepto de obras de ingeniería en un sentido más amplio que las obras civiles (puentes, caminos, edificios, etc.) incorporamos en el concepto de obras, 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, etc.

Justificación

Hay ciertas necesidades sociales básicas que no han sido debidamente abordadas por la Ingeniería, y en las cuales ésta podría realizar una contribución significativa; nos referimos a los ámbitos de educación, salud y seguridad ciudadana además de vivienda, alimentación y transporte. Tal como se indica en la Perspectiva 42, las metodologías de la ingeniería industrial podrían contribuir significativamente en estas áreas, las que se encuentran comparativamente más deficitarias que otras necesidades sociales.

Acciones relevantes

Desarrollar seminarios en los que se realice un diagnóstico de las deficiencias actuales en las áreas de educación, salud y seguridad, apoyándose en los trabajos e investigaciones ya realizadas al respecto por diversas instituciones. Conocer y discutir la situación nacional y compararla internacionalmente.

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

Sensibilizar a las universidades en relación a los aportes que la Ingeniería puede realizar en estos ámbitos.

DESAFÍOS 5, 6, 15 Y 16

Aumentar la productividad y calidad del trabajo en los diversos ámbitos de la ingeniería, así como la confiabilidad de sus obras, productos y servicios.

Concepto

En el quehacer de la Ingeniería, los conceptos de productividad, calidad y confiabilidad están íntimamente ligados. Por ejemplo, un buen diseño de una obra o un producto puede asegurar la coexistencia de dichos criterios y provocan su materialización posterior, para beneficio de sus usuarios.

Dado que la Ingeniería es un insumo determinante para muchas actividades, su mejoramiento tiene un poder amplificador y potenciador en la sociedad a través de productos, obras y servicios resultantes.

Hoy se aprecian niveles heterogéneos, y en muchos casos insuficientes, de calidad, productividad y confiabilidad. Al mismo tiempo las necesidades y exigencias aumentan. Por todo lo anterior, es necesario aumentarlos.

Justificación

La Comisión DyP considera que, si bien el nivel de preparación de los ingenieros chilenos es adecuado, el uso de los conceptos de productividad, calidad y confiabilidad comienzan a aparecer solo recientemente en las obras y productos que se generan. La globalización de nuestra economía y la competencia a que nos vemos enfrentados nos obliga a poner un mayor acento en estos criterios.

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 la ingeniería nacional.

DESAFÍOS 31 Y 32

Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones y normas apropiadas para el desarrollo del país.

Concepto y justificación

El desarrollo económico que ha tenido el país en las últimas décadas ha dejado en evidencia la necesidad de modernizar los sistemas regulatorios (aumentando o disminuyendo el grado de regulación según sea necesario, y mejorando sus formas de acción) para ciertos sectores de la economía, tales como la generación, transmisión y distribución eléctrica, los servicios sanitarios, el transporte público, el medio ambiente, etc. La definición de estos marcos regulatorios ha requerido dilucidar aspectos técnicos no triviales, en los cuales debe involucrarse de un modo decidido la Ingeniería nacional, tanto para su mejoramiento como para los que deban agregarse.

Acciones relevantes:

Desarrollar seminarios nacionales de alto nivel en los cuales se presenten los antecedentes técnicos que deben considerarse al momento de definir marcos regulatorios apropiados y eficientes; desarrollar también seminarios a nivel del sistema político para crear conciencia de esta necesidad.

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

Promover la realización de las investigaciones necesarias para atender las necesidades de definiciones de nuevas normas y regulaciones o para modificar los existentes.

4. DESAFIOS EN EL AMBITO DE LA INGENIERIA Y SU RELACION 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 la vida humana.

La Ingeniería, por su alto contenido tecnológico, ha participado activamente en la construcción y uso de artefactos que alteran el curso natural. Por ello, debe hacerse cargo de sus aportes y considerarlos en el diseño y operación de procesos, productos y toda obra, en general.

En este contexto, se presentan a continuación los desafíos seleccionados como relevantes en el contexto de la Ingeniería y su relación con el Medio Ambiente.

DESAFÍO 1

Contribuir efectivamente al logro de una explotación sustentable de los recursos naturales del país.

Concepto

Las necesidades de desarrollo económico-social del país demandan una mayor y mejor explotación de sus recursos naturales (renovables y no renovables). Más aún, estas aumentarán en la medida que evolucione el consumo de los sectores más pobres.

La presión sobre los recursos naturales, si no es bien administrada, provocará efectos laterales indeseables en el presente y posibles restricciones, y dificultades para las próximas generaciones.

De esto deriva la necesidad de realizar una explotación que sea sostenible en el tiempo, lo cual constituye un gran desafío.

El tema ambiental es un desafío real no sólo para la Ingeniería, sino que para toda la sociedad. La calidad de vida de la población está directamente ligada a lo que se denomina *desarrollo sustentable*, término que la Ley del Medio Ambiente de Chile define como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”.

Por otra parte, la ley mencionada define el *medio ambiente* como “el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”.

¹ Raúl Sáez: Hombre del Siglo XX, Tomo II. Dolmén 1994. Discurso La Ingeniería Chilena en el Siglo XXI, Casa Central de la Universidad de Chile, 28 de noviembre de 1988.

Este carácter de *sistema en permanente modificación* ya fue destacado por el Ingeniero Raúl Sáez en un discurso pronunciado en el acto conmemorativo del Centenario del Instituto de Ingenieros en 1988¹: “Desde sus comienzos, el propósito fundamental del hombre, en cuanto a los aspectos materiales, ha sido sobrevivir en este mundo difícil y *modificar el medio ambiente natural* para vivir en un sistema construido que le es más adecuado”.

Los ingenieros - actores permanentes en estas modificaciones - han de interpretar la expresión “conservación y protección del medio ambiente” en el sentido de crear condiciones y características de los sistemas que asegura el proceso de mejoramiento sostenido de la calidad de vida y no en defensa de un inmovilismo físico *per se*.

Justificación

El tema ambiental se encuentra presente en varios de los escenarios (Perspectivas) previstos para el futuro inmediato en Chile. No es raro, entonces, que el concepto de desarrollo sustentable aparezca como una creciente exigencia social aplicable a todo proyecto u obra que se realice en el país. No obstante, si bien aparentemente existe consenso en el concepto, su aplicación específica resulta compleja y muchas veces, conflictiva, puesto que puede colocarse en pugna la indispensable creación de riqueza con el agotamiento de recursos y el aumento de la contaminación. La solución requiere aunar criterios técnicos y realidad local, con intereses y valores sociales, nacionales e internacionales, sobre los que puede haber diferentes opiniones.

Por ello, es importante la generación de propuestas para desarrollar procesos y productos más apropiados y menos demandantes de recursos materiales naturales intensivos.

Acciones Relevantes:

Es conveniente que el Instituto, sin chocar con la indispensable pluralidad de valores de sus asociados, continúe colaborando con autoridades y otros organismos en el proceso de análisis metodológico para avanzar en la forma en que la sociedad chilena quiere entender el *desarrollo sustentable*, con el objeto de que su discusión no frene o impida el desarrollo del país. Esto significa promover una discusión suficiente y constructiva.

Promover educación apropiada sobre explotación sustentable en todos los niveles posibles (enseñanza básica, media, superior y continuada).

Promover la incorporación de nuevos métodos a la práctica de la ingeniería.

Promover el diseño de regulaciones y normas equilibradas.

DESAFÍOS 3 y 4

Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades

Contribuir efectivamente a la habitabilidad del “mundo rural”

Concepto

En la calidad de vida de las personas tiene mucha importancia que su ciudad o pueblo, le permita una habitación cómoda, facilidad de transporte, proximidad a las escuelas y centros comerciales, además de plazas y parques para un esparcimiento sano y cercano a la vida natural.

Algo similar ocurre con los diversos servicios que necesitan las personas para vivir en una sociedad moderna.

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

Justificación

Los estándares de calidad de la población están expresándose en segmentos cada vez más definidos, como por ejemplo vivienda, transporte, recreación, laboral, etc. En ellos, los conceptos de calidad se expresan en factores tales como: accesibilidad, acsequibilidad, confiabilidad, valor apropiado (costo, precio o remuneración), etc.

La habitabilidad de un lugar puede ser entendida como la calidad que presenta para la vida de una persona y, por consiguiente, integra a los requerimientos antes formulados.

Así planteado, la tecnología y la ingeniería juegan un rol determinante en la construcción y desarrollo de espacios y ambientes más habitables.

Acciones Relevantes

Es conveniente reforzar entre los ingenieros la responsabilidad moral y ética de su trabajo profesional con relación al ambiente y la vida ciudadana. En este sentido, es importante destacar estos conceptos desde la niñez y, por

supuesto, en la misma universidad, de tal modo que se transforme en una norma de futura conducta profesional.

Promover nuevas prácticas de ingeniería.

Establecer apropiadas regulaciones y desregulaciones (mercado).

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

DESAFÍOS 19 y 20

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión del ingeniero

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en los negocios de la ingeniería

Concepto

Los estudios realizados por el Banco Mundial (Developing Partnerships for effective Pollution Management, D. Hanrahan et al, The World Bank Group, 1998) indican que 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 ambientales.

La ética aparece, entonces, como 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.

Justificación

Históricamente, la ética ha sido importante en todas las profesiones y actividades humanas. No obstante, debido a la creciente descentralización de la toma de decisiones y a la globalización de la economía, se están produciendo muchas situaciones en la que los actores directos de la Ingeniería deben resolver sobre procesos, productos y organizaciones que afectan tanto a personas como al entorno natural. Produciéndose conflicto, en algunos casos.

En este contexto, las opciones posibles de decisión son muchas. Algunas, socialmente más beneficiosas pueden tener costos privados mayores, entonces ¿cuáles elegir?. La ética contribuye a dar mejores respuestas a ésta y otras preguntas del ejercicio profesional.

El refuerzo de la ética en el desempeño del ingeniero, tanto en su labor profesional como en los negocios ligados a la Ingeniería, colaborará también a fortalecer el compromiso de su trabajo con el ambiente y con el concepto de vida que desea la sociedad.

Acciones Relevantes

Inculcar el concepto de responsabilidad moral sobre el impacto de los proyectos ya en la universidad, 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, de modo que los futuros ingenieros estén preparados para diseños amigables.

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

DESAFÍOS 31 y 32

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

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

Concepto

Cuando un país debe elegir entre la ejecución de un proyecto o la protección del ambiente, muchas veces puede enfrentarse a un dilema. Una forma clásica para resolver el conflicto, es que la sociedad fije normas y regulaciones consensuales.

Por lo tanto, es necesario desarrollar buenas regulaciones así como eliminar aquéllas que son innecesarias. Las regulaciones deben incluir la capacidad de mantener la inversión en desarrollo de nuevas riquezas y la capacidad para proteger el medio ambiente. Una buena regulación, en vez de inhibir la actividad creadora, la encauza a otra de más valor.

Justificación

Este dilema normalmente compromete facetas técnicas, sociales, culturales, económicas y patrimoniales. Ello implica que las normas y regulaciones deben ser preparadas por equipos multidisciplinarios que compatibilicen las distintas facetas. El ingeniero debe participar activamente en la generación de esta normativa, formando equipo con otros profesionales.

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.

Participación activa de los ingenieros en generar y usar el conocimiento eficaz.

DESAFÍOS 40, 43 y 47

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

Contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad de vida de las personas

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

Concepto

En estos tres desafíos participan ambiente e ingeniería para confluir en un mejoramiento de la calidad de vida de las personas. 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. Para cumplir este propósito, generalmente deben integrarse diferentes disciplinas del conocimiento.

Justificación

Los conflictos que se observan actualmente cuando es necesario iniciar un proyecto que afecta el entorno y las personas, presentando aspectos positivos y negativos, justifica atender estos desafíos.

Acciones Relevantes

Recomendar que las universidades refuercen la importancia del estudio del impacto ambiental en los proyectos, tanto desde el punto de vista técnico como de su manejo en la comunidad.

Estudiar la forma de hacer participar tempranamente a las colectividades afectadas por el proyecto, en su definición y forma de materialización. Un interesante ejemplo de esta modalidad puede verse en un artículo publicado en el número 5 de 1999 de la revista *Hydropower and Dams* (The Lambach project: an example of social project management. N. Rechberger).

Promover la incorporación de conceptos efectivos de calidad en la educación y práctica de la Ingeniería.

Promover la formación interdisciplinaria de la Ingeniería.

5. DESAFIOS EN EL AMBITO DE LAS OBRAS Y REALIZACIONES DE LA INGENIERIA.

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

Estos aportes han merecido reconocimiento público en varios pasajes del siglo XX.

Sin embargo, la historia ha cambiado radicalmente. Ya no son suficientes estos tipos de aportes. La sociedad moderna se ha vuelto más exigente respecto de las contribuciones de todas las profesiones, en particular de la Ingeniería. Son requeridos más y mejores obras, así como se hace evidente la necesidad de una mejor valoración de la Ingeniería y de sus aportes.

Asimismo, 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 ello, es necesario un mayor dinamismo e impacto, para lo cual se requiere asumir nuevos desafíos, los cuales se presentan a continuación.

DESAFIOS 11, 26, 33, 34, 35
**Aumentar la creatividad y capacidad de
innovación de la
ingeniería chilena.**
**Contribuir significativamente a mejorar la
cooperación y
articulación de las empresas chilenas y
extranjeras
("clusters" , cadenas de valor , alianzas ,
desarrollo de
proveedores, etc.).**
**Ejercer una mayor participación y liderazgo en
las
actividades de investigación y desarrollo e
innovación.**
**Contribuir significativamente al desarrollo
tecnológico.**
**Contribuir significativamente a la transferencia
tecnológica internacional hacia Chile
(calidad , cantidad, oportunidad).**

Concepto

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

La Ingeniería chilena ha avanzado significativamente en las últimas décadas, abordando con mayor preparación y cobertura sus diversos campos de acción y otros nuevos. No obstante, en varios ámbitos este avance no ha ido al ritmo de la transformación tecnológica mundial.

En forma similar, esto ocurre con otros países de Latinoamérica.

Justificación

La realización de las obras de Ingeniería requiere de la existencia de un adecuado y cada vez más intensivo nivel tecnológico. De hecho, una de las causas principales del retraso relativo de los países menos desarrollados en relación a los desarrollados es la brecha en la inversión en

investigación y desarrollo. En Chile, la inversión en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB

varía entre la tercera y la quinta parte de la de los países desarrollados. A esto debe agregarse la escasa participación del sector privado en este tipo de inversión, que puede constatarse por el pequeño número de empresas nacionales que cuentan con departamentos de I+D.

Hay varias razones que explican esta menor inversión, entre las que se cuentan: estructura empresarial principalmente orientada a los recursos naturales (en general, poco intensivos en I+D), escasez de incentivos fiscales para fomento de I+D, insuficiente apoyo al desarrollo de empresas tecnológicas, insuficiencia del capital de riesgo, etc.

El limitado contenido tecnológico de las actividades ingenieriles chilenas comparada con el de los países más desarrollados, provoca varias consecuencias: confinamiento de la práctica de ingeniería hacia 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.

En términos generales, la competitividad de la ingeniería chilena está amenazada por los significativos avances de la ingeniería proveniente de EUA y Europa. Al mismo tiempo, existe una importante oportunidad: la transformación de la Ingeniería chilena puede dar lugar a que su impacto en Chile y otros países de la región sea significativo.¹

Acciones Relevantes

Promover iniciativas para establecer incentivos tributarios o de otra naturaleza a las actividades de I+D hechas por el sector privado

Promover por diferentes medios la transferencia de tecnología

Desarrollar la industria de capital de riesgo.

Fomentar el trabajo conjunto entre empresas internacionales y nacionales en las áreas de producción, proyectos y construcción, estableciendo alianzas estratégicas y convenios que permitan que exista una

transferencia tecnológica.

Promover el nacimiento y desarrollo de empresas tecnológicas.

Proponer sistemas (legales, etc.) de colaboración en el trabajo conjunto que incentiven efectivamente la transferencia de tecnología

Inducir la renovación de la ingeniería chilena de modo de hacerla más competitiva.

Proporcionar apoyo estatal y de las asociaciones empresariales a instituciones cuya función sea la transferencia tecnológica (tales como el Instituto del Cemento y del hormigón, e Instituto Chileno del Acero, el Instituto de la Madera, etc.).

Reformar la educación en Ingeniería para aumentar la capacidad de emprender.

Promover el interés de los ingenieros para que se mantengan actualizados en los avances tecnológicos, en las prácticas de I+D y transferencia tecnológica.

DESAFIOS 3,4 Y 41

Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades.

Contribuir efectivamente a la habitabilidad del “mundo rural”.

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

Concepto

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. Esto ocurre en la vivienda, la alimentación, el transporte, las comunicaciones, la infraestructura, etc.

Una vez que la Ingeniería comenzó a involucrarse progresivamente en estas tareas durante el transcurso del Siglo XX provocó una contribución que ha terminado por transformarla en un ingrediente relevante y, en muchos casos, decisivo.

Ahora, los tomadores de decisiones públicos y privados se vuelven sobre los actores de la Ingeniería para demandar más y mejores soluciones.

Justificación

La satisfacción de las necesidades básicas de la población requiere cada vez más aumentar de productividad y calidad en los respectivos sectores. Asimismo, se debe cumplir con normas ambientales y de confiabilidad cada vez más exigentes.

En este contexto, generar productos y servicios apropiados y que sean costo-eficientes en términos de mercado, requiere de diseños mejores así como de prácticas de producción y comercialización más adecuados. Esto implica necesidades por más y mejor Ingeniería.

Por otra parte, la búsqueda de una mejor habitabilidad de los espacios demanda la solución de problemas complejos en los cuales concurren especialidades y profesiones diversas.

¿cómo integrar el conocimiento para generar mejores diseños y soluciones más apropiadas a escala humana?. Esto también, implica necesidad por más y mejor ingeniería.

Acciones Relevantes

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

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

Promover iniciativas empresariales orientadas a la generación de soluciones para espacios más y mejor habitables.

DESAFIOS 19 Y 20

Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión de ingeniero.

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

Concepto

La descentralización de la toma de decisiones ha provocado en los ingenieros una mayor autoridad para decidir los cursos de acción tanto en sus obras como en sus efectos.

Esto significa, que también deben resolver los eventuales conflictos que se pueden derivar de esto (por ejemplo, por los diferentes intereses entre personas, empresas, gobierno).

En esto la ética juega un rol sustantivo.

Justificación

Para el desarrollo de las diferentes obras de ingeniería es necesario que exista un ambiente ético adecuado que permita que el talento fluya en forma natural. Este ambiente debe darse en todas las actividades de la ingeniería independiente del tamaño de la empresa o proyecto.

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. Esto se da con frecuencia en las modalidades contractuales de Ingeniería y Construcción: llave en mano del tipo EPC (Engineering Procurement Construction). A esta situación se agrega en algunas cosas la falta de definición de la identidad del cliente de las obras que se realizan.

Acciones Relevantes

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

Fomentar la enseñanza de conceptos éticos a los ingenieros desde la base educacional por medio de la implementación de actividades y conductos docentes de Etica Profesional en las Escuelas de Ingeniería y en las escuelas técnicas y por la organización de seminarios y eventos sobre ética profesional (conflictos de interés, neutralización de corrupción, gestión ética, etc.)

Generar instancias de control de la ética profesional (por ejemplo, en el Colegio de Ingenieros) de forma de complementar el sistema actual de justicia ordinaria que es lento y que no cuenta con los conocimientos técnicos suficientes.

6. DESAFIOS EN EL AMBITO DE LA GLOBALIZACION, CAMBIO INTERNACIONAL E INGENIERIA.

La globalización de la economía plantea una dimensión exigente para muchas actividades humanas, en particular la de los servicios. O se hace fuerte, eficiente a escala mundial y crece o, se reduce a una expresión de “nicho”, o eventualmente desaparece.

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

Esta realidad plantea diversos temas de carácter estructural, educativo y de gestión en la actividad de Ingeniería.

En este contexto, a continuación se formulan los principales desafíos seleccionados en el ámbito de globalización e Ingeniería.

DESAFIOS 5, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 25

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.)

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

Aumentar el valor agregado de los productos, en particular de aquéllos asociados a los recursos naturales.

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

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

Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la Ingeniería chilena.

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

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

Concepto y Justificación

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.

Esta contribución se da en dos acciones que se retroalimentan y refuerzan mutuamente.

- Capacitar a las actividades nacionales para competir en un mundo que rápidamente avanza al libre comercio.
- Fortalecer en el proceso sus propias capacidades de creatividad y de innovación, de modo de estar en condiciones de ofrecer servicios con contenido original e innovador en el mercado internacional.

Acciones Relevantes

La ingeniería debe tener una posición proactiva ante la innovación y el cambio tecnológico. Ello implica acciones en varios frentes.

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/colaborar en forma preferente en sus tareas de I y D (diseño de productos, cambios en procesos, etc.). Ello implica por cierto otorgarse ventajas mutuas.

Del mismo modo, las firmas nacionales de ingeniería deben formalizar alianzas y asociaciones con sus congéneres de países desarrollados, como una manera de obtener el apoyo de ellas en campos determinados, cuyo desarrollo tecnológico se dificulta en Chile por el tamaño de nuestro mercado. El aporte local en este caso es un buen dominio de las ciencias y tecnologías de la Ingeniería a un precio competitivo internacional. Como resultado de esta estrategia debe producirse una efectiva transferencia tecnológica.

DESAFIOS 16, 17, 23, 28

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

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

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

Aumentar la capacidad y competitividad de las empresas chilenas de ingeniería.

Justificación

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

Acciones relevantes

Aumentar la productividad de la Ingeniería chilena.

Los costos de los servicios de Ingeniería no dependen sólo de variables macroeconómicas (tasas de cambio, relación del nivel de remuneración de profesionales entre Chile y otros países, etc.) sino que en forma muy importante de la productividad de las personas.

En los últimos años se ha experimentado en el país un

² La OMC (ex GATT) estimaba en 1988 que la exportación de una unidad de servicios puede originar exportaciones de cuatro unidades de bienes: "Desarrollo de las Exportaciones de servicios técnicos de consultoría en países en desarrollo".

avance apreciable en algunos ámbitos de Ingeniería, que se puede medir en el número de Horas-Hombre necesarias para realizar tareas similares comparado con América del Norte y Europa. Esto, unido a un nivel de remuneraciones más bajo de la ingeniería chilena ha significado que sus costos actuales son del orden de la tercera parte del imperante en otras regiones, en sus ámbitos.

La ventaja del costo de la Hora-Hombre, sin embargo se irá perdiendo paulatinamente, debido a la inevitable nivelación de las rentas que deriva precisamente de la globalización.

Queda abierta la variable "productividad". Para mantenerla y mejorarla se requiere:

Aumentar la capacidad de innovación de la Ingeniería chilena.

Aún más, es preciso que la Ingeniería nacional renueve continuamente las metodologías de trabajo que utiliza en temas tales como modelación y simulación de procesos, softwares de cálculo, diseño con la participación de varias disciplinas utilizando maquetas virtuales, etc. y que actualice permanentemente sus herramientas de trabajo (hardware). Esto implica innovar. Sobre todo debe capacitarse en gestión de proyectos integrales, que comprenden no sólo la fase de ingeniería de diseño, sino que también adquisiciones y gestión (gerenciamiento) de la construcción.

Aumentar la capacidad para gestionar grandes proyectos.

En cuanto a la capacidad de la ingeniería chilena para asumir la responsabilidad de llevar a cabo proyectos de gran magnitud desde su concepción hasta su puesta en marcha, con inversiones de cientos y aún miles de millones de dólares, ésta ya se ha demostrado ampliamente en numerosos y cada vez más frecuentes casos (celulosa, papel, minería). Esto es sin duda un excelente antecedente. La experiencia internacional es sin embargo aún limitada. Aumentar las oportunidades en este campo requiere esfuerzo, tiempo y gastos que escapan a la limitada capacidad de financiamiento que tienen actualmente las firmas ingeniería chilenas, por la misma naturaleza de sus

estructuras económicas que requieren poco capital fijo en comparación con sus cifras de negocios.

Promover el apoyo de los instrumentos estatales.

Aquí es donde aparece como necesario el apoyo del Estado. Dado el poder multiplicador que tienen los servicios de ingeniería sobre la venta de bienes de capital,² la mayor parte de los países desarrollados apoyan la exportación de servicios de ingeniería, mediante créditos, seguros de cobranza, financiamiento de proyectos en que participa su ingeniería y aún directamente subsidios.

DESAFIOS 18,29

Innovar en la educación en Ingeniería.

Mejorar la calidad y competitividad de la Ingeniería chilena

Concepto y Justificación

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.

La calidad a su vez es condición básica para poder competir en un mercado globalizado.

Acciones relevantes

Mejorar la calidad de la educación de la Ingeniería chilena en un proceso de masificación.

El nivel de calidad de la instrucción que reciben los estudiantes de ingeniería ha sido tradicionalmente apropiado, como ha quedado demostrado por el éxito que regularmente alcanzan los estudiantes chilenos de post-grado en universidades extranjeras (Master, Doctorado).

Hacia 1980 existían en Chile 8 universidades, con 17 sedes en regiones. Actualmente hay en total 66 universidades, 37 de las cuales incluyen en sus programas Ingeniería Civil en sus diversas menciones, con un total anual de egresados del orden de 2.500.

Esta proliferación y rápida masificación hace indispensable establecer un sistema de acreditación, que asegure la calidad de la educación impartida. En el mundo hay variados sistemas que compiten con este propósito. El Ministerio de Educación creó una Comisión (J. Brunner) para que elabore una proposición para implementar un sistema nacional (1998).

Varias instituciones, se han adelantado a esta iniciativa y han acreditado algunas carreras con agencias extranjeras.

Contar con un sistema de acreditación propia, serio y objetivo, no sólo es necesario por las razones expuestas, sino que es indispensable para cumplir con las exigencias que impone la globalización.

Adaptar la educación en Ingeniería al proceso de permanentes cambios reforzando la educación continuada.

DESAFIOS 33, 34, 36

Ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo e innovación.

Contribuir significativamente al desarrollo tecnológico.

Incorporar mayor contenido científico-tecnológico vigente a la ingeniería chilena.

Concepto y Justificación

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

Acciones relevantes

Promover acciones para que la Ingeniería chilena incorpore un mayor contenido tecnológico.

Para incorporar un mayor contenido científico-tecnológico a la Ingeniería chilena es indispensable que las firmas de ingeniería desarrollen sus capacidades, participando activamente en las labores de investigación y desarrollo que llevan a cabo las empresas productoras de bienes y servicios. En Chile se tiene la impresión, a diferencia de otros países, que las actividades de Ingeniería tienen una participación limitada en tareas de Investigación y Desarrollo (I y D).

Esto no es efectivo puesto que muchos proyectos involucran de hecho un proceso de investigación e innovación en el curso del cual se caracterizan física y económicamente los productos, se definen y seleccionan los procesos y se diseñan las instalaciones físicas necesarias, para luego participar en la concreción y puesta en marcha del emprendimiento.

En todas estas varias acciones, entre otras

actividades, que son parte integrante de la cadena tecnológica, la Ingeniería tiene un rol protagónico.

Aumentar la I+D de carácter aplicado.

Afianzar lo anterior requiere que las autoridades encargadas de liderar y conducir la I+D en Chile, reconozcan esta situación, aseguren organizaciones y financiamientos aprobados para lograr un mayor protagonismo de la Ingeniería.

Promover desarrollo de alianzas.

Por otra parte la iniciativa recae también en las propias firmas de ingeniería, que deben procurar “alianzas” con las empresas y mantener además permanente contacto con firmas nacionales y extranjeras productoras de tecnologías, servicios y bienes. Estas firmas constituyen una fuente fundamental de I+D, pero que en la mayor parte de los casos no están en condiciones de prestar los servicios de Ingeniería antes mencionados.

DESAFIO 37

Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica desde Chile a otros países.

Concepto y Justificación

La participación de Chile en el proceso de globalización no es posible sin una significativa transferencia tecnológica desde Chile a otros países, pues por su esencia misma los servicios de Ingeniería deben ser el resultado de una integración óptima de los recursos de diferentes fuentes y países.

Acciones Relevantes

Promover el intercambio de conocimientos y tecnologías.

Las firmas de ingeniería deben estar dispuestas a compartir con contratistas y aliados locales sus conocimientos especializados, sin lo cual simplemente no pueden competir con éxito.

Para que esta entrega no conduzca solo a trabajos “por una vez” es preciso que las firmas se mantengan permanentemente al día en los adelantos tecnológicos de los campos en que participan, a fin de no perder el liderazgo. Esto requiere mantener un programa interno de desarrollo y capacitación de carácter permanente.

Si no lo hacen, las firmas locales sólo podrán aspirar a exportar ocasionalmente algunos servicios estandarizados tipo “commodities”, de los cuales hay un abundante y competitivo abastecimiento a nivel mundial.

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

DESAFIO 21

Internacionalizar la Ingeniería chilena

Concepto y Justificación

La apertura creciente y la globalización de las economías esta provocando la creciente migración de los servicios de Ingeniería. En este contexto, la capacidad para participar en los mercados internacionales es clave para la sobrevivencia, desarrollo y crecimiento de las empresas de ingeniería.

Acciones Relevantes

La internacionalización de servicios de ingeniería no dependen tan solo de los aportes tecnológicos que pueda aportar a los proyectos en que participe, sino que de las oportunidades que se les abran para participar en ellas.

Para lograr estas oportunidades se requiere realizar acciones sostenidas en varios frentes, con la participación de diversos actores:

Promoción sistemática de los servicios, para lo que se necesita el apoyo de organismos gubernamentales (tales como Ministerio de Relaciones Exteriores, Prochile, Ministerio de Economía), y de organismos privados.

Levantamientos de trabas internas (tributarias, aduaneras).

Disponer de financiamiento, no tan sólo para los servicios propiamente tales, sino que para los emprendimientos como un todo (adquisiciones, construcción, montaje). Cabe señalar que este es el “caballo de batalla” de las empresas internaciones de ingeniería de mayor éxito.

Facilitar la obtención de documentos de garantía (en particular, bancarios), de seguros de cobranza y de cobertura de riesgo país.

Establecer alianzas con empresas de otros países, de modo de ofrecer conjuntamente las condiciones más

competitivas a los clientes.

Establecer alianzas con inversionistas chilenos que salen al extranjero, sobre la base de condiciones que sean mutuamente convenientes (precios, oportunidad, calidad). Muchos países, como política nacional, fomentan esas alianzas, ofreciendo condiciones especiales de financiamiento a sus connacionales que las practican (caso por ejemplo de Canadá, Estados Unidos, Suecia). Cabe señalar que hasta el momento el flujo de inversiones chilenas en el extranjero, salvo contadas excepciones, no hace participar a la ingeniería chilena.

Promover acuerdos apropiados con otros países.

A nivel de gobierno corresponden las negociaciones de tratados internacionales de libre comercio (bilaterales y multilaterales), la participación en la OMC y establecer condiciones internas de equidad y transparencia, conducentes a una competencia leal (marcos conceptuales y disposiciones legales). Su papel no es por tanto de carácter transitorio, sino que permanente.

Al nivel de instituciones privadas (Institutos y Colegios Profesionales, Asociaciones Gremiales) corresponde participar de una manera proactiva en la negociación de acuerdos, tratados y convenios relevantes de modo que éstos consideren las condiciones reales del comercio de servicios de ingeniería. Deben asimismo establecer códigos de comportamiento ético obligatorio para sus asociados, que sean efectivamente exigibles, con las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento.

El mercado chileno ha sido por años completamente abierto. Para establecer una firma de ingeniería basta que una institución extranjera concorra a una notaría y cumpla luego las disposiciones tributarias pertinentes. Las exigencias de carácter profesional se limitan a que sus profesionales extranjeros, si son ingenieros, deben registrarse en el Colegio respectivo, el que

los autoriza a ejercer para su empleador con exigencias mínimas, un tiempo determinado, pero sin que ello implique una revalidación del título.

No hay tampoco restricciones para retirar capitales y utilidades, salvo pagar los impuestos a las remesas que correspondan, y que por lo demás se aplican en todos los países.

Las acciones a que se ha hecho referencia no deben tener por objetivo proteger la ingeniería nacional, sino que procurar para ella condiciones de equidad, transparencia e igualdad de trato, tanto cuando preste sus servicios en el extranjero, como cuando compita con firmas foráneas en Chile.

Las firmas chilenas de ingeniería, a través de la AIC (Asociación de Ingenieros Consultores de Chile) ha expresado en múltiples oportunidades su reconocimiento a la contribución de la ingeniería extranjera al desarrollo de la ingeniería nacional, en un proceso de transferencia tecnológica que en su momento fue particularmente importante. En una fase más reciente la competencia con las firmas extranjeras establecidas en Chile ha contribuido al desarrollo y fortalecimiento de las firmas nacionales gracias a lo cual han alcanzado un nivel internacional de desempeño, que ha facilitado su salida al exterior, mercado en el cual han estado conquistando posiciones promisorias en los últimos años.

PERSPECTIVAS 43, 44, 45

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

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

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

Los resultados de la encuesta indican que la relevancia y el grado de acuerdo es más sustantivo en el caso de la perspectiva 43 que de la perspectiva 44. Por ello, parece razonable 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 en el corto plazo (pero definitivamente creciente) de las inversiones que las empresas chilenas 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, donde ha estado dirigida a la explotación de nuevos e importantes yacimientos de cobre y oro.

Dadas las proyecciones mundiales de demanda/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.).

Por otra parte, la cooperación entre empresas, que se observa como una práctica habitual en países mas desarrollados que el

nuestro, puede constituir una forma de crear riqueza y contrarrestar las formas más agresivas de competencia (que puede llegar a incluir las prácticas poco transparentes o desleales).

La cooperación no pareciera constituir todavía una forma de trabajo establecida con vigor en Chile.

7. DESAFIOS EN EL AMBITO DE LA EDUCACION EN INGENIERIA.

Desde un punto de vista global, la educación en Ingeniería es la matriz de todo el proceso de transformación que ha de vivir este conjunto de disciplinas y actividades.

La educación en Ingeniería, entendida como formación universitaria y educación continua (que incluye ciertas formas de capacitación en el trabajo), ha de renovarse apreciablemente para tomar el ritmo de los acontecimientos y proveer el apoyo necesario a la práctica de la Ingeniería. También debe mantener vivo el concepto de que su labor profesional estará ligada a la satisfacción del cliente, a la de los usuarios y a sus consecuencias sociales y económicas. Por este motivo, debe valorar el contenido ético de su trabajo futuro.

Por otra parte, en los últimos años se ha producido en Chile una proliferación de títulos y carreras de Ingeniería. Esto plantea una posibilidad de crecimiento y desarrollo, pero al mismo tiempo demanda de medios apropiados para asegurar la calidad de tales carreras (por ejemplo de acreditación).

En este amplio contexto, a continuación se exponen algunos de los desafíos seleccionados como relevantes en el ámbito de la Educación en Ingeniería.

DESAFIO 18 a

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

Concepto

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

Por otra parte, las transformaciones y aumentos de cobertura de los campos de la Ingeniería requieren de nuevas formas y métodos de Educación.

Justificación

La formación del Ingeniero seguirá apoyándose en los fundamentos proporcionados por las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería. Sin embargo, los cursos de aplicación profesional pierden su sentido cuando consisten esencialmente en una limitada transmisión de información tecnológica en la sala de clase, que, por otra parte, estará obsoleta cuando el estudiante se gradúe. Esto señala que la metodología actual de los cursos profesionales debe modernizarse en forma significativa.

Acciones relevantes

Las Escuelas de Ingeniería deberán reemplazar gradualmente sus asignaturas tecnológicas profesionales por talleres de discusión, análisis y diseño de problemas reales, en los que el profesor introduce las características de los casos y problemas y orienta la discusión, quedando a cargo del estudiante la búsqueda de la información tecnológica relevante, la asimilación de los métodos de diseño vigentes, su aplicación crítica y la generación innovadora de nuevos métodos. Es lo que se llama “enseñar a aprender” o “aprender por resolución de problemas”. De este modo, se logrará formar un profesional innovador y

emprendedor.

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 durante toda su vida profesional. Esta reducción de asignaturas dejará espacio para acortar la duración de la carrera a niveles internacionales, o bien para incluir en forma amplia y profunda las nuevas herramientas que necesitará el ingeniero en un mundo dominado por la integración y la complejidad: economía, gestión, sociología industrial, comunicación social, relaciones humanas, desarrollo organizacional, ética, humanidades, desarrollo personal y práctica de la acción en equipo.

DESAFIO 18 b

**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.**

Concepto

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. Por otra parte, y en buena medida debido al grado de éxito de la profesión, se ha visto en la necesidad de interactuar con otras profesiones (abogados, médicos, sociólogos, etc.) e involucrarse en ámbitos sociales distintos de los ámbitos habituales de la práctica de la Ingeniería.

Justificación

La Encuesta de Perspectivas mostró un amplio grado de acuerdo (sobre 80%) en 3 aspectos: por una parte, el país requerirá de los ingenieros una mayor capacidad de integración de los diversos conocimientos y nuevos avances de la Ingeniería; en segundo lugar, que el ingeniero requerirá de una capacidad de entendimiento con otras profesiones y ámbitos sociales; finalmente, que ello debe reflejarse en una modificación sustantiva en la forma y los contenidos de la enseñanza de la Ingeniería.

Acciones relevantes

Las Universidades deben favorecer procesos de revisión curricular, en los que se tengan en cuenta las siguientes dimensiones:

Realizar una actualización sustantiva de los contenidos de Ciencias Básicas y de las distintas especialidades de la Ingeniería, de modo de 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, sin pretender agotar la especialización en una disciplina particular en el nivel de pre-grado.

Aumentar su capacidad de comunicación con el medio profesional de modo de efectivamente capturar 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, por una parte, y también formar en el estudiante una actitud vital que le permita asomarse con naturalidad a otros ámbitos sociales del mundo del trabajo, distintos de los ámbitos sociales tradicionales de la Ingeniería.

DESAFIO 18 c

Innovar en la Educación en Ingeniería (aumentar la capacidad de creatividad e innovación del ingeniero)

Concepto

El ingeniero deberá demostrar mayor creatividad y capacidad de innovación, ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo y enfrentar desafíos que demanden cada vez más, un mayor nivel de especialización y espíritu emprendedor.

Justificación

Uno de los desafíos principales para que Chile sea un país desarrollado, es incorporar o aumentar el valor agregado de los productos, en particular de aquellos asociados a los recursos naturales, incrementando significativamente la oferta, la demanda y la calidad de productos para los mercados internacionales. Este desarrollo implicará aumentar la calidad y confiabilidad de las obras, de los productos y de los servicios de la Ingeniería, participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel nacional, contribuir efectivamente en el establecimiento de regulaciones apropiadas para el desarrollo del país, incorporar en forma más relevante los factores ambientales, etc. El ingeniero tiene por lo tanto el desafío de contribuir a este avance tecnológico y a la transformación y al desarrollo de la sociedad a través de la concepción y aplicación de nuevas ideas que surjan del quehacer de la ingeniería y de la tecnología.

Acciones relevantes

Para abordar estos desafíos en primer lugar es

indispensable innovar en la formación de Pregrado de los Ingenieros, en curriculum, metodologías y medios de enseñanza, para llegar a estructurar un perfil de un profesional con capacidad de integración entre áreas afines, con espíritu emprendedor y de liderazgo. Se deberá fortalecer los Programas de Postgrado para asegurar una alta especialización y mejorar la calidad y competitividad de la Ingeniería chilena. Se deberá fomentar significativamente la cooperación entre universidades, institutos tecnológicos y empresas, a través de la investigación y de la educación continua. Se deberá fomentar las políticas para incrementar y mejorar el nivel de la investigación y del desarrollo tecnológico en universidades y centros, lo que implicará el aumento de los recursos para esta actividad, tanto a través de mayor apoyo estatal, como mediante una mayor participación del sector productivo.

DESAFIO 18.d

Innovar en la educación en la Ingeniería, en particular en: perfil profesional, currículum, formas y medios de enseñanza, espíritu emprendedor

Concepto y Justificación

En diversas oportunidades, y con diferentes fundamentos, se ha planteado en los últimos tiempos la necesidad de reducir los plazos de los estudios de Ingeniería.

Uno de los argumentos indica que la duración promedio de estos estudios en algunas universidades llega actualmente a los 7,5 años, y en los mejores casos a periodos de 6 a 6,5 años, lo cual ciertamente es exagerado. Otro de los argumentos se basa en que en los países desarrollados la duración de esta carrera profesional varía entre 4 y 5 años, y que ello es suficiente para producir ingenieros adecuados a sus necesidades. Es muy difundida también la opinión que la actual carrera de Ingeniería existente en Chile es prácticamente equivalente a la de Master of Sciences de Estados Unidos por ejemplo, y que en muchas oportunidades los egresados alcanzan un nivel de formación de especialidad que excede los requerimientos de su inicio laboral. El mayor costo asociado generado lo absorben tanto el ingeniero recién egresado como la institución que lo formó.

Como respuesta a estos argumentos se plantea que en los países desarrollados los estudiantes ingresan a la universidad con una formación más homogénea y definitivamente superior a la que tienen nuestros egresados de enseñanza media: esta diferencia se estima en 1 año. Por otra parte, en algunas universidades chilenas la duración de los estudios es inferior a la anteriormente indicada, entre otras razones debido a que los alumnos que ingresan poseen una mejor preparación y a que la memoria de título puede reemplazarse por un examen de grado. No es extraño que en estas universidades muchos buenos estudiantes completen sus estudios de ingeniería efectivamente en un periodo que va de 6 a 6,5 años.

Acciones relevantes

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

Las Facultades ofrecerán una carrera de Ingeniería más reducida con una duración 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 otras 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.

Esta solución intermedia ofrece varias ventajas. Por una parte, la duración de la carrera se reduce para un alto porcentaje de los ingenieros que el conjunto de universidades chilenas titulará en los próximos años.

Esto se traduce en menores costos para el titulado y también para la universidad que lo formó, pues no necesitará efectuar gastos excesivos en especialización para los cursos terminales de la carrera, según el modelo actual.

También será ventajoso para las universidades que ofrezcan buenos postgrados pues les permitirá rentabilizar mejor la inversión realizada en la formación de su planta académica de alto nivel.

DESAFIO 18 e
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.

Concepto

La sociedad del Siglo XXI impondrá a los ingenieros la necesidad de enfrentar problemas de envergadura cada vez mayor, caracterizados por su complejidad y diversidad, para lo cual deberán considerar su actividad en un contexto más global, con todos los efectos, implicancias e interrelaciones sobre y con el medio que los rodea. Un ejemplo representativo de estos problemas de gran complejidad es la integración eléctrica mundial, con todos sus diversos componentes.

Justificación

La interacción entre Ingeniería y sociedad está siendo mayor cada día, como lo demuestran diversos hechos:

El cuidado y la conservación del medio ambiente está cobrando mas protagonismo en la vida y actividades del país y su población, condicionando la utilización de nuevos procesos y productos elaborados con el aporte de la Ingeniería

El potencial que ofrece la Ingeniería para crear riqueza, trabajo y oportunidades lleva a que la satisfacción de las necesidades básicas de la población continúe siendo un ámbito significativo de su quehacer

La calidad de la Ingeniería que un país puede desarrollar es fuertemente dependiente de las características de su población, lo cual representa para nuestro país una importante ventaja comparativa

En nuestro caso, como en otros, el nivel de actividad de la Ingeniería continúa fuertemente vinculada a las inversiones que se realicen en el país.

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 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.

Estas modificaciones podrán implementarse por la vía de nuevos cursos regulares, el estudio y el desarrollo de casos en talleres y un mejor aprovechamiento de las prácticas en empresas y de los cursos de proyecto. Ello implicará además un serio esfuerzo de preparación de docentes con capacidad para dictar, supervisar y evaluar estas actividades.

PARTE C

Encuesta Electrónica

La comisión DyP procedió a realizar una “encuesta electrónica”, a través del uso de Internet.

La estructura de la encuesta y sus resultados son los que se muestra a continuación. Las preguntas de la encuesta fueron generadas por la comisión DyP y fueron respondidas por un conjunto de 40 profesionales.

C.1 Perspectivas.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta sobre perspectivas. En este registro, R significa el grado de relevancia que se le asigna a la propuesta respectiva (en escala 0-100 %) y A significa el grado de acuerdo sobre la validez de dicha propuesta (escala 0-100 %).

Encuesta electrónica N°1: Perspectivas de la Ingeniería Chilena.

N°	TITULO	R	A
1	Las tecnologías de la infocomunicación están afectando y producirán una transformación en la enseñanza y práctica de la Ingeniería.	89%	75%
2	La práctica de la Ingeniería se verá afectada en forma sustantiva por el desarrollo de las actuales tecnologías de la infocomunicación.	86%	72%
3	A su vez, la práctica de la ingeniería se verá afectada en forma sustantiva por el descubrimiento de nuevas tecnologías en la infocomunicación.	85%	72%
4	El desarrollo de las actuales y el descubrimiento de nuevas tecnologías de materiales (aleaciones, polímeros, biomateriales, etc.), afectarán la práctica de la Ingeniería.	78%	74%
5	La población de Chile continuará creciendo a tasas sobre el 1.3 %, provocando necesidades importantes de recursos y medios de vida.	79%	64%
6	Las exigencias de mejor calidad de vida de la población chilena continuarán aumentando.	85%	85%
7	Aumentará la integración económica de Chile con otros países de Latinoamérica.	83%	76%
8	Aumentará la integración económica de Chile con los países más desarrollados (EUA , Europa , algunos de Asia).	84%	71%
9	Los recursos naturales de Chile escasearán progresivamente y en algunos casos se agotarán .	80%	61%
10	El acceso a nuevos recursos energéticos de hidroelectricidad se terminará agotando.	76%	55%
11	La energía termoeléctrica será cada vez más necesaria para el desarrollo de Chile .	76%	66%
12	Otras formas de energía (distintas de la hidroeléctrica y termoeléctrica) serán también necesarias para el desarrollo de Chile.	72%	74%
13	Continuará la sustitución de unos recursos por otros en la elaboración de productos industriales.	75%	75%
14	Se mantendrá la tendencia a la reducción de costos de productos , procesos y servicios ya establecidos en el mercado.	85%	86%
15	Continuará apareciendo nuevos productos , procesos y servicios diferentes a los existentes.	86%	87%
16	Es probable un cambio significativo de patrones de consumo de la población.	66%	68%
17	La globalización de la economía continuará afectando todas las actividades humanas, generando oportunidades y amenazas para ellas.	87%	83%

18	La sociedad avanza hacia formas de vida y trabajo mucho más tecnificadas.	85%	78%
19	La realización de tareas será cada vez más automatizada y mecanizada , desplazando la labor humana hacia actividades más creativas, entre otras.	87%	81%
20	El desarrollo económico - social del país seguirá basado en la calidad de sus ventajas competitivas.	87%	79%
21	Las ventajas competitivas de Chile continuarán siendo sus recursos naturales.	69%	53%
22	Las ventajas competitivas de Chile continuarán basadas en las características de su población (recursos humanos).	82%	66%
23	Las ventajas competitivas de Chile continuarán basadas en la calidad de las instituciones del país	76%	58%
24	Las ventajas competitivas del país continuarán basadas en su política económica	82%	70%
25	Continuará la capacidad del país para generar nuevas ventajas competitivas a nivel internacional.	82%	68%
26	Seguirá la evolución especializadora de las diversas ramas de la Ingeniería , apareciendo nuevos campos y profundizándose los actuales	80%	75%
27	Se desarrollará cada vez más una capacidad integradora de las diversas especialidades de la Ingeniería.	84%	76%
28	La participación de la Ingeniería y de los ingenieros continuará siendo un factor importante en el desarrollo del país.	86%	81%
29	Los ingenieros se involucrarán cada vez más en diversos ámbitos sociales, diferentes a los de la práctica de su profesión	75%	72%

30	La práctica de la Ingeniería se coordinará e integrará cada vez más con el ejercicio de profesiones de otros ámbitos (sociólogos , educadores , médicos , militares, etc.).	76%	75%
31	La innovación tecnológica continuará siendo un factor determinante del progreso económico - social y de la competitividad de un país moderno.	91%	91%
32	La investigación y desarrollo continuará siendo un factor determinante de la innovación tecnológica de las empresas e instituciones a nivel internacional.	89%	90%
33	A nivel nacional e internacional, la competencia de las empresas continuará siendo un factor importante de desarrollo económico - social de los países.	84%	82%
34	La competencia nacional e internacional entre empresas tomará formas cada vez más transparentes y leales	81%	48%
35	Esta competencia transparente y leal a nivel nacional como internacional requerirá de marcos conceptuales y cuerpos legales que las establezcan y delimiten	84%	77%
36	La cooperación entre empresas continuará siendo un factor que debe reconocerse como relevante en el desarrollo económico - social de los países.	84%	77%
37	La cooperación entre empresas además debe darse con las universidades y otras instituciones, para continuar siendo un factor importante para el desarrollo económico social de los países	86%	83%
38	La intervención de los gobiernos dejará de ser necesaria para fomentar el desarrollo económico.	77%	42%
39	La ecología (en general el cuidado y conservación del medio ambiente) cobrará cada vez más protagonismo en la vida y actividades del país y su población.	84%	82%
40	La actual vigencia de las ideas de calidad total y normas ISO, indican que la calidad y seguridad de las obras de Ingeniería serán cada vez más importantes en la vida de las personas	87%	83%
41	En el ejercicio de la ingeniería se establecerá la necesidad de aumentar la responsabilidad social del ingeniero.	81%	77%
42	Las necesidades básicas (alimentación , vivienda , transporte ,etc.) de la población seguirán siendo un ámbito significativo del quehacer de la Ingeniería.	84%	88%

43	El nivel de actividad de la Ingeniería chilena continuará fuertemente vinculada a las inversiones que se realicen en el país	90%	85%
44	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.	72%	61%
45	Las transformaciones económicas en la región latinoamericana se constituirán en forma creciente en una oportunidad para el desarrollo de la Ingeniería chilena.	77%	76%
46	La capacidad del país para atraer inversiones continuará siendo un factor significativo de su desarrollo .	89%	87%
47	La economía de exportaciones continuará siendo un factor significativo del desarrollo del país	92%	89%
48	El desarrollo del mercado interno pasará a ser uno de los factores significativos en el desarrollo del país.	78%	62%
49	La eficiencia en el gasto social se consolidará como un factor más de desarrollo del país.	83%	75%
50	Aumentará la necesidad de integrar más la enseñanza de las diversas disciplinas de la ingeniería.	83%	79%
51	Es cada vez más necesaria la incorporación de formación humanística en la enseñanza de ingeniería.	84%	83%
52	Las tareas efectivas que desempeñan los ingenieros en la sociedad , debido a su diversidad y nuevas exigencias , provocarán cambios radicales en la enseñanza de la ingeniería en Chile.	77%	65%
53	La ingeniería asumirá tareas y roles más relevantes que los actuales en la sociedad chilena.	67%	62%
54	Los ingenieros asumirán tareas y roles más relevantes que los actuales en la sociedad chilena.	70%	63%
55	Debido a la evolución social, otras disciplinas del conocimiento y otras profesiones pasarán a tener un rol más relevante que la ingeniería en el desarrollo de Chile	57%	47%
56	La integración en el trabajo de diversas profesiones es cada vez más importante para que cada una de ellas pueda efectuar su aporte efectivo	85%	86%

C.2 Desafíos

A continuación se presenta el resultado de la encuesta electrónica sobre desafíos de la Ingeniería chilena.

La respuesta promedio que se indica corresponde simultáneamente al grado de acuerdo y relevancia que le asignan los encuestados.

Encuesta N° 2: Desafíos de la Ingeniería Chilena

N°	PREGUNTA	PROMEDIO
1	Contribuir efectivamente al logro de una explotación sustentable de los recursos naturales del país , según los actuales niveles de producción	78%
2	Contribuir efectivamente al aumento de la explotación sustentable de los recursos naturales del país	79%
3	Contribuir efectivamente a la habitabilidad de las ciudades	82%
4	Contribuir efectivamente a la habitabilidad del "mundo rural"	73%
5	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.)	95%
6	Contribuir efectivamente a aumentar la productividad y calidad del trabajo en los ámbitos donde la ingeniería ejerce una influencia moderada (gobierno , salud , etc.)	80%
7	Aumentar el valor agregado de los productos , en particular de aquéllos asociados a los recursos naturales	88%
8	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la oferta de productos y servicios para el mercado interno.	82%
9	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la oferta de productos y servicios para los mercados internacionales	87%
10	Contribuir efectivamente al aumento y calidad de la demanda de productos y servicios para los mercados internacionales	56%
11	Aumentar la creatividad y capacidad de innovación de la ingeniería chilena	97%
12	Aumentar los niveles de actividad de la ingeniería chilena de modo de lograr mayor cobertura e impacto	77%
13	Contribuir efectivamente a generar oportunidades de empleo para diversos sectores de la población	83%
14	Contribuir efectivamente al aumento de cantidad de obras, productos y servicios necesarios de ingeniería.	
	En general .	81%
	En particular	
	Telecomunicaciones e Informática.	89%
	Transporte.	86%
	Vivienda.	82%
	Energía.	84%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	85%
	Minería.	82%
	Industria.	84%
	Silvoagropecuaria.	66%
	Pesca y acuicultura.	63%
	Servicios (bancos , afp , etc).	60%
	Educación.	69%
	Salud.	67%
	Defensa.	37%

	Comercio.	51%
	Gobierno.	60%
15	Aumentar la confiabilidad de las obras , productos y servicios de ingeniería.	
	En general .	93%
	En particular	
	Telecomunicaciones e Informática.	96%
	Transporte.	94%
	Vivienda.	90%
	Energía.	90%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	88%
	Minería.	86%
	Industria.	83%
	Silvoagropecuaria.	70%
	Pesca y acuicultura.	71%
	Servicios (bancos , afp , etc).	63%
	Educación.	66%
	Salud.	65%
	Defensa.	52%
	Comercio.	57%
	Gobierno.	76%
16	Aumentar la calidad de las obras , productos y servicios de ingeniería.	50%
	En general .	95%
	En particular	
	Telecomunicaciones e Informática.	95%
	Transporte.	93%
	Vivienda.	90%
	Energía.	90%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	89%
	Minería.	87%
	Industria.	85%
	Silvoagropecuaria.	72%
	Pesca y acuicultura.	73%
	Servicios (bancos, afp, etc).	73%
	Educación.	74%
	Salud.	68%
	Defensa.	52%
	Comercio.	58%
	Gobierno.	74%
17	Disminuir los costos de las obras, productos y servicios de ingeniería.	91%
	En general .	88%
	En particular	
	Telecomunicaciones e Informática.	91%
	Transporte.	86%
	Vivienda.	87%

	Energía.	84%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	86%
	Minería.	86%
	Industria.	83%
	Silvoagropecuaria.	76%
	Pesca y acuicultura.	74%
	Servicios (bancos , afp , etc).	75%
	Educación.	79%
	Salud.	78%
	Defensa.	53%
	Comercio.	62%
	Gobierno.	78%
18	Innovar en la educación en Ingeniería.	
	En general.	89%
	En particular	
	En perfil profesional.	79%
	En curriculum.	76%
	En formas y medios de enseñanza.	86%
	En “espíritu emprendedor”.	83%
19	Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en la profesión de ingeniero.	87%
20	Dar mayor relevancia al ejercicio de la ética en los negocios de la ingeniería.	87%
21	Internacionalizar la ingeniería chilena (no sólo en el sentido de exportación , sino que de globalización).	87%

22	Participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel nacional.	81%
23	Participar significativamente en la concepción y realización de proyectos y obras de gran impacto a nivel internacional.	76%
24	Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la capacidad empresarial del país (más empresas en diversos ámbitos).	100%
	En general.	86%
	En particular , según tamaño	
	Grandes empresas.	70%
	PyME.	90%
	Microempresas.	78%
	En particular , según sector .	
	Telecomunicaciones e Informática.	83%
	Transporte.	85%
	Vivienda.	81%
	Energía.	80%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	82%
	Minería.	82%
	Industria.	84%
	Silvoagropecuaria.	66%
	Pesca y acuicultura.	65%
	Servicios (bancos, afp, etc).	71%
	Educación.	78%
	Salud.	75%
	Defensa.	39%
	Comercio.	66%
	Gobierno.	81%
25	Contribuir significativamente al desarrollo y mejoramiento de la competitividad de las empresas chilenas (en general).	
	En general.	92%
	En particular , según tamaño	
	Grandes empresas.	70%
	PyME.	90%
	Microempresas.	68%
	En particular , según sector	
	Telecomunicaciones e Informática.	87%
	Transporte.	84%
	Vivienda.	81%
	Energía.	80%
	Agua (consumo humano, riego , etc.).	78%
	Minería.	90%
	Industria.	85%
	Silvoagropecuaria.	68%
	Pesca y acuicultura.	66%
	Servicios (bancos, afp, etc).	68%
	Educación.	76%

	Salud.	70%
	Defensa.	33%
	Comercio.	66%
	Gobierno.	61%
26	Contribuir significativamente a mejorar la cooperación y articulación de las empresas chilenas y extranjeras (“clusters”, cadenas de valor , alianzas , desarrollo de proveedores, etc.).	79%
27	Contribuir significativamente a la cooperación entre universidades, institutos tecnológicos y empresas.	83%
28	Aumentar la capacidad y competitividad de las empresas chilenas de ingeniería.	87%
29	Mejorar la calidad y competitividad de la ingeniería chilena.	92%
30	Contribuir significativamente al crecimiento del PIB chileno.	81%
31	Contribuir efectivamente al establecimiento de regulaciones apropiadas para el desarrollo del país (medio ambiente , energía , etc.).	81%
32	Contribuir efectivamente al establecimiento de normas apropiadas para el desarrollo del país (calidad de productos , etc.).	90%
33	Ejercer una mayor participación y liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo e innovación.	80%
34	Contribuir significativamente al desarrollo tecnológico.	88%
35	Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica internacional hacia Chile (calidad , cantidad , oportunidad).	89%
36	Incorporar mayor contenido científico-tecnológico vigente a la ingeniería chilena.	86%
37	Contribuir significativamente a la transferencia tecnológica desde Chile a otros países.	77%
38	Contribuir significativamente a una mayor valoración social de las obras , productos , servicios y aportes de la ingeniería chilena.	83%
39	Contribuir significativamente a la creación de nuevas oportunidades para posibilitar el desarrollo del país.	78%
40	Incorporar en forma más relevante los factores ambientales y sociales en las obras , productos y servicios de ingeniería.	79%
41	Contribuir más efectivamente a la realización de obras de ingeniería que satisfagan las necesidades sociales básicas.	25%
	En general.	83%
	En particular.	84%
	Alimentación.	79%
	Vivienda.	85%
	Transporte.	83%
	Salud.	73%
	Educación.	78%
	Seguridad .	76%
42	Contribuir más significativamente a dinamizar y acelerar el desarrollo del país (a través de la acción sobre diversos actores).	75%

43	Contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad de vida de las personas.	79%
44	Promover un desarrollo más efectivo de los mercados internos	76%
45	Contribuir a la transformación y desarrollo de la sociedad a través de la concepción y aplicación de nuevas ideas que surjan del quehacer de la ingeniería y de la tecnología.	79%
46	Concebir y producir obras y realizaciones que permitan una alta gratificación para sus autores ingenieros, independientemente de los beneficios sociales de ellas.	42%
47	Concebir y realizar nuevas formas de hacer ingeniería basada en la integración armónica con otras profesiones.	80%

2.Referencias

Se indica a continuación las principales referencias utilizadas en la elaboración de este documento

- i) Hacia una caracterización de un Sistema Innovativo Nacional. Trabajo realizado por los consultores José Miguel Benavente y Gustavo Crespi por encargo de la Secretaría Ejecutiva del Programa de Innovación Tecnológica del Ministerio de Economía. 1996. Ver en www.innovación.cl
- ii) La Real Academia Española define innovación como la creación o modificación de un producto, y su introducción en mercado, de acuerdo a esta definición el concepto desarrollo tecnológico sería parte de la innovación tecnológica, no así la transferencia tecnológica.
- iii) Discurso del Ministro Jorge Leiva Lavalle en el III Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica. Enero 1999. Ver en www.innovación.cl
- iv) Innovar es un buen negocio. Gary Mac Graw www.innovación.cl/revista/index.html
- v) Catastro de Centros Científicos y Tecnológicos. Noviembre 1999. Thelma Gálvez. Ver también antecedentes en www.innovación.cl
- vi) Evolución del financiamiento público del gasto en investigación y desarrollo y de la transferencia tecnológica 1990-1998. Roberto Alvarez y Gustavo Crespi. Departamento de Economía de la Universidad de Chile. Ver también antecedentes en www.conicyt.cl
- vii) Innovación tecnológica en la Industria Chilena. Análisis de una encuesta. Gonzalo Herrera. Julio 1997. Ver en www.innovación.cl
- viii) Incentivos para ciencia y tecnología. Seminario de la H. Cámara de Diputados Discurso del Sr. Ministro de Economía, don Jorge Leiva Lavale Santiago, 14 de enero de 1999. Ver en www.innovación.cl
- ix) Financiamiento privado para la investigación y desarrollo. Patricio Arrau. May 1996. J Gré corrección Oct. 1997 ver en www.innovación.cl
- x) Dhanrahan et al.
Developing partnerships for Effective Pollution Management. The World BankGroup. 1998

- xi) N. Rechberger. The Lambach project: an example of social project management. Hydropower and dams. 5/99
- xii) WTO. Desarrollo de la exportación de servicios técnicos de consultoría en países en desarrollo.
- xiii) Gobierno de Chile. Comisión de Educación J.J. Brunner editor.
- xiv) Bordogna, J. Perspectivas de la U. S. National Science Foundation de la Ingeniería en el Siglo XXI.
- xv) Cámara de Comercio de Santiago "Servicios en Latinoamérica", Julio 1998.
- xvi) Anales del Congreso Centenario del Instituto de Ingenieros de Chile. Mayo de 1988.
- xvii) Breve historia de la Ingeniería en Chile, publicada con ocasión del aniversario 110 del Instituto de Ingenieros de Chile, 1998.

1 Revista Chilena de Ingeniería, N° 421, agosto 1997: En su exposición sobre "Políticas ambientales y las necesidades de desarrollo. El rol del derecho propiedad", el Ing. Hernán Büchi indicó que "el famoso científico don Fred Singer, que ha dedicado su vida a analizar los temas que hoy día se llaman efecto invernadero, el efecto potencial de aumento de temperatura que generan las emisiones por combustibles" hizo ver que "no hay consenso, no hay claridad de que efectivamente se esté produciendo, como se dice, este mayor calentamiento".

2 Revista Chilena de Ingeniería, N° 411, 1993: "La ingeniería genética y su impacto en los países en desarrollo", Pablo Valenzuela.

3 Revista Chilena de Ingeniería, N° 411, 1993: "Biotecnología en Chile", Jorge E. Allende.

xviii)

1 Introducción del artículo Biodiversidad, de Roberto del Piano. Revista de Ingeniería, N° 411, 1993.

2 Presentación de la exposición del Sr. Fernando Léniz por don Jaime Illanes. Revista de Ingeniería, N° 421, agosto 1997.

3.Subcomisiones

La Comisión DyP se estructuró en 6 ámbitos de trabajo diferentes los que fueron coordinados por miembros de la comisión y quiénes formaron subcomisiones con profesionales especialistas en dichos ámbitos.

La cantidad y diversidad de los participantes de las subcomisiones se determinó en función de las necesidades de los temas a tratar.

Los participantes de las subcomisiones son:

Ingeniería y Tecnología

Preside: Andrés Fuentes

Integrantes:

Rodolfo Baffico

Atilio Barros

Juan Carlos Barros

Sally Bendersky

Georgina Díaz

Ladislao Errázuriz

Sergio Guiraldes

Raúl Montealegre

Ingeniería y Medio Ambiente

Preside: Sr. Mario Campero

Integrantes:

Luis Cifuentes

Ricardo Katz

Sergio Lorenzini

José M. Sánchez

Ingeniería y Tecnología

Preside: Andrés Fuentes

Integrante:

Rodolfo Baffico

Atilio Barros

Juan Carlos Barros

Sally Bendersky

Georgina Díaz

Ladislao Errázuriz

Sergio Guiraldes

Raúl Montealegre

Globalización, Cambio Internacional e Ingeniería

Preside: Sr. Lautaro Cárcamo

Integrantes:

Raúl Espinoza W.

Aaron Grekin G.

Carlos Rodríguez Q.

Ingeniería y Sociedad

Preside: Sr. Pedro Gazmuri

Integrantes:

Raquel Alfaro

Alvaro de la Barra

Bernardo Domínguez

Raúl Espinosa.

Obras y Realizaciones de la Ingeniería

Preside: Elías Arze
