



**TERCER CONCURSO DE PROYECTOS  
FONDO COMPETITIVO**

**FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS**

**PROYECTO UCH0119**

**Innovación de la docencia de ingeniería con énfasis en el  
modelamiento, análisis, simulación, visualización y diseño con  
apoyo de infotecnologías**

**LÍNEA DE APOYO: PREGRADO**

**VERSIÓN REFORMULADA**

**ENERO DE 2002**

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>I. EL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>1. PRESENTACION DEL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1 TITULO .....	4
1.2 LINEA DE APOYO, AMBITO; INDEPENDIENTE /ASOCIADO .....	4
1.3 UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO .....	4
1.4 UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S) .....	4
1.5 COMPROMISO DEL RECTOR .....	4
1.6 UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP) .....	5
1.7 URP ASOCIADAS .....	5
1.8 DURACION .....	5
1.9 DIRECTOR .....	5
1.10 DIRECTOR ALTERNO .....	5
1.11 RESUMEN DEL PROYECTO .....	5
1.12 SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, MACROACTIVIDADES Y RECURSOS .....	6
1.2.1. SELECCIONAR Y CONTRATAR PERSONAL .....	8
1.2.2. HABILITAR UN ESPACIO FÍSICO PARA EL GRUPO .....	8
1.13 INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO .....	11
1.14 RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y USOS .....	12
<b><u>2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
2.1 MISION .....	13
2.2 CONCLUSIONES DEL ANALISIS FODA (DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS) .....	13
2.3 OBJETIVOS .....	16
2.4 ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION .....	17
2.5 PLAN DE DESARROLLO DE PERSONAL .....	18
2.6 PLAN DE ASISTENCIA TECNICA .....	21
<b><u>3. VINCULACION DEL PLAN ESTRATÉGICO DE LA URP Y EL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>22</u></b>
3.1 COHERENCIA DEL PROYECTO CON EL CONTEXTO .....	22
3.2 VINCULACION DE LOS PROBLEMAS QUE RECONOCE LA URP Y LOS PROBLEMAS QUE BUSCA RESOLVER EL PROYECTO. ....	23
3.3 VINCULACION ESTRATEGIAS PRIORITARIAS DE LA URP Y ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) DEL PROYECTO	24
3.4 SITUACION DE LA URP SIN /CON PROYECTO .....	24
<b><u>4. EL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>26</u></b>
4.1 OBJETIVOS GENERALES, ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS .....	26
4.1.1 OBJETIVOS GENERALES .....	26
4.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	26
4.1.3 VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS .....	27
4.1.4. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO .....	30
4.2. EQUIPO DEL PROYECTO, ACTIVIDADES Y RECURSOS .....	31
4.2.1. EQUIPO DEL PROYECTO .....	31

4.2.2. ACTIVIDADES .....37

1.2.1. SELECCIONAR Y CONTRATAR PERSONAL .....38

1.2.2. HABILITAR UN ESPACIO FÍSICO PARA EL GRUPO .....38

4.2.3. RECURSOS .....40

4.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION .....49

**5. ANEXOS..... 51**

## I. EL PROYECTO

### 1. PRESENTACION DEL PROYECTO

#### 1.1 TITULO

<b>Innovación de la docencia de ingeniería con énfasis en el modelamiento, análisis, simulación, visualización y diseño con apoyo de infotecnologías</b>
--

#### 1.2 LINEA DE APOYO, AMBITO; INDEPENDIENTE /ASOCIADO

LINEA: PREGRADO
-----------------

AMBITO: Desarrollo Académico
------------------------------

INDEPENDIENTE
---------------

#### 1.3 UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD DE CHILE
----------------------

#### 1.4 UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S)

--

#### 1.5 COMPROMISO DEL RECTOR

El Rector que suscribe presenta formalmente el proyecto adjunto, acepta las bases y condiciones del concurso y asume la responsabilidad de cumplir los compromisos de ejecución del mismo, en caso de aprobarse.

Luis Alfredo Riveros Cornejo	
Nombre del Rector	Firma del Rector

**1.6 UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP)**

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
--

**1.7 URP ASOCIADAS**

--

**1.8 DURACION**

(meses)

3	6
---	---

**1.9 DIRECTOR**

<b>NOMBRE</b> Patricio Vicente Poblete Olivares	<b>INSTITUCION</b> Escuela de Ingeniería y Ciencias	<b>CARGO EN LA INSTITUCION</b> Director
<b>E MAIL</b> ppoblete@ing.uchile.cl	<b>TELEFONO</b> 678-4245	

**1.10 DIRECTOR ALTERNO**

<b>NOMBRE</b> Antonio Holgado San Martín	<b>INSTITUCION</b> Departamento de Ingeniería Industrial	<b>CARGO EN LA INSTITUCION</b> Académico J/C
<b>E MAIL</b> aholgado@dii.uchile.cl	<b>TELEFONO</b> 678-4032	

**1.11 RESUMEN DEL PROYECTO**

La presente propuesta se enmarca dentro del plan estratégico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, cuyas primeras dos etapas se han enfocado a reforzar las líneas de Ciencias de la Ingeniería en Fluidos y Sólidos y de Ciencias de la Ingeniería en Electrotecnologías, respectivamente, a través de la creación de laboratorios docentes integrados.

Para la modernización del proceso de enseñanza-aprendizaje, el presente proyecto se enfoca a renovar los contenidos de los cursos de ingeniería, enfatizando en ellos el enfoque moderno de diseño basado en Modelación Matemática, Simulación Numérica y Visualización Computacional.

La revisión de los contenidos de los cursos y la introducción de herramientas y metodologías que fomenten la eficiencia del proceso educativo conducirá a una disminución en la duración real de los estudios, y proveerá las condiciones para que se pueda estudiar, al término del proyecto, una

posible reducción en su duración nominal.

Este proyecto constituye la tercera etapa presupuestada en dicho plan estratégico y se orienta a la modernización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería, para formar profesionales capaces de desenvolverse en un mundo crecientemente globalizado y en el cual las tecnologías de la información y de comunicaciones están constantemente presentes. No hay duda que las tendencias de desarrollo y de costos de la tecnología conducen a un futuro en que tanto profesores como alumnos dispondrán de equipos computacionales poderosos que los acompañarán en forma permanente y que se encontrarán siempre conectados a la Red. Ese será ciertamente el ambiente tecnológico en que se tendrán que desenvolver los estudiantes una vez egresados. A través de este proyecto la Facultad busca dar pasos significativos en esta dirección, adecuando sus planes de estudios, metodologías docentes e infraestructura para esta realidad que se avecina.

A través de este proyecto, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas abordará el desafío de utilizar la disponibilidad generalizada de tecnología computacional y de comunicaciones, para lograr mayores niveles de eficacia y eficiencia en el trabajo docente de todos los actores del proceso educativo, con una participación más activa de los alumnos, estimulando en ellos la creatividad, el auto-aprendizaje y la capacidad de descubrir. Se implementará una infraestructura de conectividad tanto alámbrica como inalámbrica para proveer acceso ubicuo a la Red, se habilitarán salas de clases equipadas y se proveerán los recursos de apoyo para facilitar que los profesores puedan preparar los materiales que utilizarán en sus clases, así como también el material que estará disponible para ser utilizado por los alumnos fuera de la clase.

La disponibilidad generalizada de estas tecnologías potencia todo lo anterior, dado que todo se fundamenta en la disponibilidad de herramientas computacionales tanto en la sala de clases, para la exposición del profesor, como fuera de ella, para el trabajo personal de los alumnos.

## 1.12 SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, MACROACTIVIDADES Y RECURSOS

### Objetivo General

Iniciar un proceso de innovación en la forma de enseñar y aprender los conceptos y métodos en ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y sus especialidades, con énfasis en el análisis y modelamiento matemático y de sistemas, su simulación numérica, visualización computacional y el diseño en ingeniería, apoyado en el uso de infotecnologías.

El propósito es lograr un incremento significativo en la comprensión, retención y habilidad para aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, de tal forma de mejorar la eficiencia del proceso educativo para disminuir la duración real de sus estudios y aumentar la calidad de los egresados. Eventualmente, en base a los resultados del proyecto, se evaluará la posibilidad de disminuir la duración nominal de los estudios.

**Objetivo Específico 0: “Objetivo Específico 0:** Revisar y modificar los contenidos de algunas asignaturas del Plan Común y de las carreras (Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y Especialidades) en cadenas de cursos vinculados, esto es, que hacen uso de conceptos relacionados (por ejemplo: Matemáticas, Física, Química, Operaciones, Sistemas, Ciencias de la Ingeniería, etc.) con el propósito de focalizar la enseñanza en el análisis, modelamiento

matemático, simulación numérica, visualización computacional y diseño en ingeniería con el apoyo de infotecnologías.

Además, mediante esta revisión de contenidos y este apoyo tecnológico, reducir o eliminar la duplicidad, repetición o repaso innecesario de materias, para hacer más eficiente y eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje.”

La duración real de la carrera de Ingeniería Civil, tomando un promedio entre los años 1989 y 2000 es de 8,1 años en vez de los seis años teóricos del plan de estudios. Lo que se busca es que la utilización de infotecnologías como apoyo a la docencia en cadenas de cursos vinculados tenga como resultado una disminución de esta duración promedio.

La relación entre objetivo (eficiencia del sistema para la optimización de la duración real del proceso educativo) y las modificaciones que se proponen en el proyecto (cadenas; infotecnologías; software; salas multimediales; etc.) reside en que los contenidos de los cursos estarán disponibles para la comunidad en redes informáticas. El impacto que esperamos de tal disponibilidad es que los cursos superiores no necesitarán repetir (repasar) los contenidos de cursos previos, bastándole dirigir al alumno a los materiales de los cursos donde estudió aquellos contenidos que hoy se repiten. Similarmente, el profesor de cursos más básicos verá su tarea de motivación facilitada mediante citas a los materiales de cursos posteriores en que se usan los contenidos que se estén enseñando actualmente; en particular, en la formación de habilidades matemáticas o físicas no necesitarán utilizar ejercicios abstractos (situación actual) sino que resolverán precisamente aquellos que son necesarios (por otros motivos) en cursos superiores de la cadena vinculada.

Esta interrelación entre cursos anteriores y posteriores en las cadenas permitirá un mejor aprendizaje, una mayor permanencia y retención de las habilidades adquiridas y un ahorro importante de tiempo lectivo que se usará, naturalmente, para profundizar mejor los contenidos de cada cátedra. Según sea el éxito de este enfoque, las posibilidades de repetir en cursos posteriores se verá disminuida de forma importante, además de egresar un mejor profesional. La disminución de la repetencia significará, finalmente, la reducción de la duración real de los estudios.

Iniciar un proceso de innovación en la forma de enseñar y aprender los conceptos y métodos en ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y sus especialidades, con énfasis en el análisis y modelamiento matemático y de sistemas, su simulación numérica, visualización computacional y el diseño en ingeniería, apoyado en el uso de infotecnologías.

El propósito es lograr un incremento significativo en la comprensión, retención y habilidad para aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, de tal forma de mejorar la eficiencia del proceso educativo para disminuir la duración real de sus estudios y aumentar la calidad de los egresados. Eventualmente, en base a los resultados del proyecto, se evaluará la posibilidad de disminuir la duración nominal de los estudios.

**Objetivo Específico 1:** Crear contenidos de apoyo a las cátedras, que utilicen técnicas computacionales modernas para el análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, proveyendo para ello capacitación para los docentes y el apoyo profesional necesario. Estas técnicas computacionales de apoyo son complementarias al equipamiento experimental de los laboratorios de Fluidodinámica y de Sólidos y Medios Particulados y Electrotecnologías.



<b>Específico 2</b>		computacional y de comunicaciones fijas e inalámbricas que permitan a docentes y estudiantes disponer de los elementos necesarios para el proceso enseñanza-aprendizaje. 2.1.2. Adquirir y habilitar herramientas de hardware y software de apoyo a la docencia en aulas y laboratorios. 2.1.3. Desarrollo de un plan de mantención y renovación del hardware, software y equipamiento de comunicaciones.	
<b>Objetivo Específico 3</b>	<u>Macroactividad 3.1.</u> Diseminar y masificar en la Facultad y fuera de ella el uso de las infotecnologías a través de cursos, charlas, etc.	3.1.1. Definir y poner en práctica un programa de capacitación, a desarrollar por los profesionales del Grupo de Apoyo Tecnológico a la docencia, para dar a conocer y entrenar y asesorar a los docentes en la incorporación de las infotecnologías y en el desarrollo los contenidos. 3.1.2. Implementar instancias para compartir experiencias, tanto internas como con expertos extranjeros, en simposios anuales de Facultad a partir del segundo año y reuniones técnicas extensivas a otras facultades y/o universidades	69 MMS
<b>Objetivo Específico 4</b>	<u>Macroactividad 4.1.</u> Hacer accesibles las herramientas de infotecnología	4.1.1. Evaluar, seleccionar, adquirir e implementar equipamiento digital de procesamiento y comunicaciones, fija e inalámbrica, en aulas, bibliotecas y todo lugar en que sean necesarios para poner en uso las infotecnologías de apoyo a la docencia. 4.1.2. Acceso remoto y ubicuo a los laboratorios de Fluidodinámica y Procesos, Sólidos, Medios Particulados y Sistemas Estructurales y de Electrotecnologías. 4.1.3. Evaluar, seleccionar y adquirir elementos de computación móvil y comunicación inalámbrica para ser utilizados por docentes y alumnos dándoles acceso a las herramientas de infotecnologías y repositorios de contenidos, para ser usados tanto dentro como fuera del campus.	222 MMS
<b>Objetivo Específico 5</b>	<u>Macroactividad 5.1.</u> Revisión de los contenidos de algunos cursos actualmente impartidos no incluidos en el Objetivo Específico 0  <u>Macroactividad 5.2.</u> Evaluación del plan actual de estudios	5.1.1. Revisión de los contenidos de algunos cursos no incluidos en el Objetivo Específico 0. 5.1.2. Evaluación del impacto de las innovaciones efectuadas en los cursos y proyección sobre la duración real de las carreras.  5.2.1. Obtener información empírica que permita decidir si gracias a este apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje es posible acortar la duración nominal de las carreras.	17 MMS (dineros valorizados por tiempo de académicos)



### **1.13 INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO**

(Ver planillas en páginas siguientes)

**1.14 RESUMEN RECURSOS SEGÚN <sup>12</sup> FUENTES Y USOS**

(Ver planillas en páginas siguientes)

## 2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP

### 2.1. MISION

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile tiene por misión:

- Dar formación superior integral en el área de la ingeniería, geología y ciencias afines, conducente a títulos profesionales y grados académicos de Magister y Doctorado.
- Mantener un cuerpo académico de excelencia que, estando en las fronteras del conocimiento de su especialidad, entregue una docencia de alto nivel y realice investigación científica y tecnológica para contribuir al conocimiento en el área y a la solución de problemas relevantes.
- Aportar al desarrollo socioeconómico del país mediante la creación, transferencia, innovación, adaptación y difusión de nuevas tecnologías y procesos.

### 2.2. CONCLUSIONES DEL ANALISIS FODA (DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS)

El análisis externo de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas muestra importantes oportunidades dado el dinámico desarrollo tecnológico a nivel global, pero también amenazas ya que este exige que la docencia e investigación se mantenga al nivel que este desarrollo exige. Se identifican las siguientes oportunidades y amenazas.

- **Oportunidades**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene una gran presencia en el medio nacional por la calidad de los servicios académicos ofrecidos. Esto se traduce en oportunidades para captar una parte importante de los mejores alumnos egresados de la enseñanza media del país. Similarmente, el mercado profesional chileno reconoce la calidad de la formación ofrecida por nuestra Escuela de Ingeniería y Ciencias, generando oportunidades para aportar significativamente al desarrollo del país. Por otra parte, un cuerpo académico con oficio y presencia en el desarrollo de la investigación científico-tecnológica constituye una base importante para la generación de nuevo conocimiento y es el sustento para la fortaleza de nuestros programas de postgrado, tanto a nivel de Magister como de Doctorado.

En el ámbito descrito, se pueden detectar las siguientes oportunidades para la Facultad:

- Es posible hacer cambios significativos en la enseñanza de la ingeniería y la geología, mediante nuevos enfoques, aumentando la capacidad de innovación y la utilización de nuevas herramientas tecnológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Es posible innovar y adecuar la formación tecnológica para preparar a los profesionales para desempeñarse en un mundo globalizado y altamente competitivo.
- Existe un mercado laboral en expansión en áreas científicas y tecnológicas específicas y tradicionalmente poco desarrolladas en el país. Nuevas etapas de desarrollo económico requieren habilidades y una gama de conocimientos más allá de los, hasta ahora, convencionales en el mercado nacional.
- Alta demanda, en la actualidad, por esquemas de educación continua y formación

de postgrado a nivel de Magister. Incipiente demanda por profesionales con Doctorado.

- Demanda por enfoques multidisciplinares a la solución de problemas.
- Consolidación de nuevas tecnologías, locales y remotas, en el ámbito de un marco informático coherente y sujeto a estándares internacionales.

- **Amenazas**

El punto que ilustra con mayor claridad nuestro análisis es la existencia de rankings internacionales de productividad que muestran la exasperante postergación que el país mantiene en los aspectos de recursos humanos y de desarrollo y aplicaciones de ciencia y tecnología. Esta situación está generando una brecha tecnológica significativa entre Chile y los países desarrollados, con el consecuente aumento de la dependencia tecnológica y las restricciones en el desarrollo económico que tal situación conlleva.

Específicamente, se destacan:

- Masificación de una oferta científico-tecnológico por parte de las universidades existentes que no necesariamente satisface estándares de excelencia para la formación de cuadros profesionales compatibles con las exigencias de un mercado globalizado.
- Carencia de políticas públicas y privadas que permitan consolidar cambios significativos en el tiempo. Falta de un dimensionamiento de los costos reales del esfuerzo tecnológico. Capacidad instalada limitada y saturada por la demanda puntual en el sistema universitario nacional.
- Escasa relación entre el sistema universitario y el medio externo productivo la que se mantiene, básicamente, a un nivel discursivo. Falta de compromisos sólidos y de claridad en los roles que las partes deberían desempeñar para el desarrollo del nivel científico-tecnológico del país.
- Falta de profesionales formados localmente capaces de resolver problemas de gran envergadura o tecnológicamente exigentes. Actualmente se observa en el país un incremento de servicios profesionales prestados por empresas de ingeniería europeas y americanas. Dependencia como sinónimo de globalización.

En el **análisis interno** de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se identifican las siguientes debilidades y fortalezas, con relación a la docencia de pregrado:

- **Debilidades**

- a) Problemas focalizados en la gestión de la docencia

- Excesiva duración nominal de los estudios.
- Excesiva duración real de los estudios.
- Falta de flexibilidad en las carreras.

- b) Problemas relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje.

- b1) De los Docentes

- Los profesores mayoritariamente no conocen las tecnologías actuales que permitirían remediar las deficiencias identificadas en el aprendizaje.
- Escaso uso de tecnologías en el aula y fuera de ella, que permitan utilizar software para apoyar actividades tales como: análisis, modelamiento matemático, simulación numérica, visualización, diseño, etc.
- Escasa disponibilidad de contenidos y material de apoyo para los cursos, que aprovechen las tecnologías anteriores.

b2) De los estudiantes

- Los estudiantes tienen una insuficiente comprensión, retención y capacidad de utilización de los conceptos y métodos fundamentales de la ingeniería, lo que obliga a tener que repetir materias en cursos posteriores.
- Limitada capacidad de los estudiantes en la identificación, planteamiento y resolución de problemas.

c) Problemas focalizados en la infraestructura

- Insuficiente acceso de los estudiantes a equipamiento computacional móvil de apoyo en forma ubicua e inalámbrica.
- Falta de elementos de apoyo para “aprender haciendo” en laboratorios virtuales (*learning by doing*).
- Escaso número de aulas y laboratorios con el equipamiento adecuado para hacer docencia con modelamiento matemático, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, apoyadas en forma ubicua con software interactivo.

• **Fortalezas**

- Una de las principales **fortalezas** de la facultad es el nivel de excelencia de sus académicos y en el aporte que entrega a la docencia su alta productividad en investigación, la que por las debilidades o problemas anteriores no puede ser aprovechada totalmente como se esperaría en el aprendizaje de los estudiantes.
- Los académicos de la Facultad están insertos en redes académicas y profesionales a nivel mundial lo que permite que la docencia se enriquezca con una visión globalizada de los contenidos y formas de transmitir
- Los académicos han realizado muchas experiencias pioneras en el uso de infotecnologías para la enseñanza del análisis, el modelamiento matemático y de sistemas, la simulación y el diseño en ingeniería. También hay experiencias hechas en el desarrollo de contenidos para los cursos. Estas han permitido cambiar la forma en que se realiza el proceso enseñanza-aprendizaje en esas cátedras, haciendo posible que los estudiantes tengan mucho más cerca los conceptos y puedan interactuar con las herramientas. Sin embargo, esto se ha hecho como iniciativas aisladas y con muy pocos recursos por lo que estas experiencias pioneras no han podido tener un impacto masivo en la docencia de la Facultad.
- Otra fortaleza del pregrado de nuestra Facultad es la calidad intelectual de los alumnos que ingresan, registrándose en los últimos años un aumento sostenido del puntaje de ingreso de los alumnos nuevos. En la actualidad, prácticamente todos los alumnos que ingresan tienen 700 puntos o más.

- La Facultad esta en el proceso de construcción de Laboratorios Integrados de Ingeniería, que son el de Fluodinámica y Procesos, el de Sólidos, Medios Particulados y Sistemas Estructurales, y el de Electrotecnologías (ver Anexo 5.3.1 Laboratorios Integrados de Ingeniería) los que permitirán en forma significativa cambiar la forma en que los estudiantes aprenden los conceptos fundamentales en ciencias básicas y de la ingeniería en estas áreas. Esta es una gran fortaleza en la formación en pregrado y el apoyo de infotecnologías solicitadas en este proyecto complementa estos laboratorios llegando al aula donde el proceso enseñanza-aprendizaje requiere un apoyo mucho que actualmente tiene el docente.
- Otra fortaleza de la Facultad es el Programa de Inglés integral para la formación del estudiante el que está en marcha desde este año (2001). Este programa está centrado en la expresión y comprensión oral, sin perjuicio de la lectura y escritura, y tiene como meta entregarle a los estudiantes un dominio del idioma inglés que les permita desenvolverse en un mundo globalizado donde el inglés es el idioma común.
- Los programas de Doctorado que ofrece la Facultad están todos acreditados. Esto es una gran fortaleza pues significa que los académicos vinculados a la docencia de esos programas, que son los mismos académicos responsables de gran parte de la docencia de pregrado, tienen un nivel académico de alta calidad.
- La Facultad cuenta con un excelente Departamento de Ciencias de la Computación, responsable de la docencia en las áreas de Computación e Informática y un Centro de Computación-CEC que da los servicios de desarrollo y mantención de la red interna y provee conectividad a Internet. Ambos aseguran que, tanto la enseñanza en el desarrollo y uso de las herramientas computacionales como la operación de los servicios básicos de computación y comunicaciones, esenciales para plantear una estrategia de desarrollo basado en las tecnologías de la información, están bien cubiertos.

### 2.3. OBJETIVOS

Los objetivos Estratégicos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas para los próximos 5 años son:

- Modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado
- Potenciar sus programas de postgrado, principalmente a nivel de doctorado, para satisfacer una creciente demanda por personal altamente calificado en investigación y desarrollo tecnológico que el país requiere y que las políticas gubernamentales han declarado como prioritario. Lograr una creciente internacionalización de los programas con la aceptación y financiamiento de estudiantes extranjeros.

Este proyecto esta orientado a apoyar el primero de estos objetivos estratégicos y es esencial para el logro los resultados esperados pues apoya a directamente a las estrategias y planes de acción que se han definido para alcanzarlo.

## 2.4. ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION

La Facultad ha dado máxima importancia a modernizar la enseñanza de pregrado en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología.

Para ello ha definido las estrategias siguientes:

a. Mejorar la eficiencia del proceso educativo para disminuir la duración real de los estudios y aumentar la calidad de los egresados a través de los siguientes planes de acción:

- Revisar el contenido de los cursos, especialmente de líneas o cadenas de cursos relacionados de tal manera de eliminar las repeticiones de contenidos
- Acotar el proceso de titulación incorporando un plazo definido al incorporar el trabajo de título como parte de los cursos de la carrera.

b. Mejorar la comprensión, retención y capacidad de utilización de los conceptos y métodos fundamentales de la ingeniería:

- Incorporar métodos modernos de enseñanza interactiva en que el estudiante tenga un rol más activo, que pueda interactuar con la materia que esta estudiando y pueda trabajarla (verla, modificarla, simularla, diseñarla, generarla, graficarla, analizar su sensibilidad, etc.) de distintas maneras a fin de que los conceptos los aprenda más rápido y mejor y que la retención sea mayor.
- Modernizar el equipamiento experimental de los laboratorios de Fluidodinámica, de Sólidos y Medios Particulados y de Electrotecnologías faltando el equipamiento de apoyo al análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería apoyados en infotecnologías.
- Propiciar la relación con empresas a través de “Cátedras” las que consisten en actividades realizadas por grupos de profesores, orientadas potenciar la docencia en clases, laboratorios, salidas a terreno o a la industria y equipamiento computacional menor, bibliografía etc., todos ellos focalizados en ciertos cursos o grupos específicos de cursos y que son financiadas en parte con los recursos que aquellas aportan
- Dar estímulos a los académicos que, como parte de su trabajo académico, dedican una parte importante de su trabajo docente a cursos de pregrado.

**2.5. PLAN DE DESARROLLO DE PERSONAL**

<b>AREA ESPECIALIZACION</b>	<b>NÚMERO ACTUAL ACADÉMICOS</b>	<b>CALIFICACIÓN ACTUAL</b>

No hay contratación ni estudios de postgrado de académicos.

<b>AREA ESPECIALIZACION</b>	<b>BRECHA ACADÉMICOS DESEADOS</b>	<b>CALIFICACIÓN DESEADA</b>	<b>INTERVENCIÓN PROPUESTA</b>	<b>FECHA</b>	<b>COSTO (MM \$)</b>
Uso de infotecnologías en el aula, desarrollo de contenidos y desarrollo de habilidades para el nuevo rol del profesor	6	Conocimiento de las infotecnologías disponibles y del apoyo que puede recibir y traspasar para el trabajo al Grupo de Apoyo en Infotecnologías y al Grupo de Apoyo Tecnológico	Estadías cortas en el extranjero	Dos por año durante los tres años del proyecto	9
Uso de infotecnologías en el aula, desarrollo de contenidos y desarrollo de habilidades para el nuevo rol del profesor	3	Especialistas del extranjero con experiencia en el uso de infotecnologías	Visitas de especialistas del extranjero	Uno por año durante los tres años del proyecto	9

		en el proceso enseñanza- aprendizaje			
--	--	--	--	--	--

El desarrollo del personal está orientado a que mediante estadías cortas en el extranjero, académicos y/o especialistas vinculados al proyecto puedan visitar y obtener capacitación y/o conocimientos en instituciones de educación superior, organismos de investigación o empresas desarrolladoras.

Lo que interesa de estas estadías cortas en el extranjero es, entre otras:

- Conocer y capacitarse en el uso de metodologías de punta que incorporen infotecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje en la educación superior para el logro de altas tasas de aprendizaje, comprensión, retención, reconocimiento y recuperación/búsqueda de conocimiento mediante la utilización de recursos infotecnológicos tanto dentro como fuera del aula.
- Conocer herramientas infotecnológicas (hardware, software y comunicaciones) de apoyo al modelamiento, análisis, simulación, visualización y diseño en Ciencias Básicas y en Ciencias de la Ingeniería y ,eventualmente, capacitarse en su instalación, administración y uso.
- Conocer y aprender de casos exitosos de experiencias en proyectos que incorporen los puntos anteriores interactuando con docentes y estudiantes.

Las instituciones en las que se realizarán estas estadías cortas serán aquellas que se destaquen por su liderazgo en innovar en el proceso enseñanza aprendizaje incorporando infotecnologías de punta para el logro de los mejores resultados del proceso enseñanza-aprendizaje. Si fueran instituciones de educación superior, estas debieran tener un alto nivel de desarrollo de su docencia y un claro reconocimiento a nivel internacional.

Estas instituciones se seleccionaran de acuerdo a los contactos que tienen los responsables del proyecto con instituciones de EEUU y Canadá (donde este campo se llama Education Technology), de Europa (donde el uso de infotecnologías se llama uso de Roomware) y de la información que se obtenga mediante la búsqueda e investigación en Internet.

La selección del personal que realizará estas estadías cortas se realizará dentro de los grupos de trabajo de tal manera que los mismos participantes sean los que por capacidad, compromiso con el proyecto y formación sean los que elijan a aquel de sus pares que mejor provecho para el proyecto obtenga de la estadía. En cualquier caso, los temas objetivo de la visita deben estar dentro del área de formación o especialidad del seleccionado.

Por otra parte, se invitará del extranjero a tres expertos en los mismos temas mencionados anteriormente de tal manera de poder lograr con su estadía que, junto con interactuar con los grupos de trabajo, puedan ofrecer seminarios abiertos a la comunidad de la facultad y a invitados de las universidades chilenas.

Estos expertos, deberán tener experiencia comprobada en la utilización de infotecnologías en la innovación en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas y/o Ciencias de la Ingeniería a fin de mejorar significativamente los resultados del aprendizaje, comprensión, retención, reconocimiento y recuperación/búsqueda de conocimiento mediante la utilización de recursos infotecnológicos tanto dentro como fuera del aula. En lo posible se buscará que los expertos que se invite hayan desarrollado soluciones adaptables y traspasables a nuestra realidad.

## 2.6. PLAN DE ASISTENCIA TECNICA

Para el proyecto se requiere constituir un Grupo de Apoyo Tecnológico a la Docencia el cual será responsable de:

- identificar las necesidades y potencialidades de las infotecnologías en las cátedras de las carreras
- definir y poner en práctica un programa de cursos para dar a conocer, capacitar y asesorar a los docentes en la incorporación de las infotecnologías como parte del proceso enseñanza-aprendizaje
- asesorar y apoyar a los docentes en el desarrollo de contenidos para los cursos redefinidos los que serán mantenidos en repositorios disponibles para los docentes y estudiantes desde las aulas provistas de equipamiento adecuado
- implantar instancias para compartir experiencias, evaluar los resultados y difundirlos, tanto internas como con expertos extranjeros tales como reuniones técnicas, simposios anuales, etc.
- apoyar la evaluación, selección, adquisición e implantación de equipamiento digital de procesamiento y comunicaciones en aulas, bibliotecas y en todo lugar en que sean necesarios para poner en uso las infotecnologías de apoyo a la docencia.

Además, será necesario contratar asesorías de especialistas en metodología educativa los que apoyarán la definición del rol del profesor en un esquema de utilización intensiva de infotecnologías de apoyo a la docencia.

### 3. VINCULACION DEL PLAN ESTRATÉGICO DE LA URP Y EL PROYECTO

#### 3.1 COHERENCIA DEL PROYECTO CON EL CONTEXTO

El proyecto está relacionado directamente con el objetivo estratégico de la URP de modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar mejores profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado.

Para ello es necesario subsanar las debilidades y problemas que se tiene en la docencia de pregrado y que fueron descritos en el punto anterior. Es necesario acortar la duración real de las carreras y eventualmente la duración nominal mediante la innovación en la forma en que se realiza el proceso enseñanza-aprendizaje, tanto en el aula como fuera de ella en los trabajos complementarios y estudio personal.

Este proyecto, junto con los laboratorios enfocados a reforzar las líneas de Ciencias de la Ingeniería en Fluidos y Sólidos y de Ciencias de la Ingeniería en Electrotecnologías, complementa la infraestructura necesaria para la enseñanza de la ingeniería en un mundo cada vez más exigente, competitivo y globalizado. Incluye ahora las aulas tecnológicas que permitirán trabajar en mejor forma la enseñanza de los conceptos fundamentales de la ingeniería asociados al análisis, modelamiento matemático y de sistemas, la simulación numérica, la visualización y el diseño en ingeniería de una forma dinámica, versátil e interactiva. Ello permitirá la mejor comprensión de los conceptos y la retención de ellos por más tiempo, permitiendo así formar mejores ingenieros.

Una revisión de los avances realizados en la FCFM muestra que a la fecha cerca de 30 cursos se encuentran realizando, con diferente grado de avance, docencia apoyada en el uso de técnicas multimediales en la red. Algunos cursos muestran un avance más adelantado, pues disponen de un sistema de exposición de materiales mediante enlaces entre tópicos relacionados que permite a los alumnos profundizar en algunos aspectos, revisar otros, recorrer rápidamente lo medular, autoevaluar su avance, etc. En otros casos, se han incorporado aspectos de "administración" del curso: el curso tiene, en realidad, un sitio completo donde se pueden encontrar las notas de los controles, las fechas importantes del curso (horario de clases; evaluaciones; salidas a terreno; etc.), listados de problemas típicos, listados de los controles que se han aplicado en semestres anteriores, etc.

Un cuadro resumen que muestra el uso de herramientas de Internet (páginas WEB) en la FCFM se presenta a continuación. En este caso se ha identificado los cursos con uso de páginas WEB muy simples y aquellos que han incorporado un mayor nivel de complejidad en su aplicación (applets, videos, links, entre otros).

**Uso de Páginas WEB**

<b>Departamento</b>	<b># Cursos con páginas simples</b>	<b># Cursos con páginas de mayor complejidad</b>
Ingeniería Mecánica	7	1
Ingeniería Civil	16	0
Ingeniería Química	25	3
Ingeniería Industrial	20	0
Computación	12	12
Física	10	2

**3.2 VINCULACION DE LOS PROBLEMAS QUE RECONOCE LA URP Y LOS PROBLEMAS QUE BUSCA RESOLVER EL PROYECTO.**

<b>PROBLEMAS DEFINIDOS COMO PRIORITARIOS POR LA URP</b>	<b>PROBLEMAS DE LA URP QUE ABORDA EL PROYECTO</b>
Necesidad de modernizar la enseñanza de la ingeniería a través de estrategias distintas a la tradicional para mejorar la comprensión y retención de los conocimientos fundamentales del diseño en ingeniería.	Necesidad de adecuarlas mallas curriculares de cadenas de cursos para incorporar infotecnologías que permitan reforzar el aprendizaje a través del modelamiento, la simulación y la visualización de sistemas
Necesidad de acortar la permanencia de los estudiantes en las carreras.	Necesidad de mejorar la eficiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante la eliminación de duplicidad de contenido de los cursos, el repaso de materias vistas con anterioridad y el mejor aprovechamiento del tiempo destinado al estudio mediante el uso de infotecnologías en cadenas de cursos.
Necesidad de innovar en los métodos y herramientas de apoyo a la docencia en ingeniería que permitan la mejor comprensión y permanencia de los conocimientos fundamentales de la ingeniería	Falta de mecanismos que permitan masificar las experiencias pioneras en la introducción y uso de las infotecnologías de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y su utilización por docentes y estudiantes en el aula y fuera de ella
Infraestructura computacional insuficiente y no adecuada para ser utilizada en la enseñanza de las teorías y conceptos del análisis, modelamiento y visualización de sistemas numéricos y no numéricos	Necesidad de implantar una infraestructura moderna en aulas y laboratorios que permitan acceder en forma fácil y expedita a las herramientas y repositorios de contenidos de apoyo a la docencia que cambien sustancialmente la forma de enseñar y aprender la ingeniería.

### 3.3 VINCULACION ESTRATEGIAS PRIORITARIAS DE LA URP Y ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) DEL PROYECTO

ESTRATEGIAS URP	ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) PROYECTO
Modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado	<p><u>Macroactividad 0.1.</u> Revisión de contenidos de cursos seleccionados para generar cadenas de cursos vinculados, en donde se aplicará el proceso de innovación docente.</p> <p><u>Macroactividad 0.2.</u> Rediseño de contenidos de cursos de las cadenas y seguimiento del proceso y resultados.</p> <p><u>Macroactividad 1.1.</u> Identificación de cursos y herramientas, e implementación de experiencias</p> <p><u>Macroactividad 1.2.</u> Creación y constitución del Grupo de Apoyo Tecnológico a la Docencia</p> <p><u>Macroactividad 2.1.</u> Habilitación de salas y laboratorios</p> <p><u>Macroactividad 3.1.</u> Diseminar y masificar en la Facultad y fuera de ella el uso de las infotecnologías a través de cursos, charlas, etc.</p> <p><u>Macroactividad 4.1.</u> Hacer accesibles las herramientas de infotecnología</p> <p><u>Macroactividad 5.1.</u> Revisión de los contenidos de algunos cursos actualmente impartidos no incluidos en el Objetivo Específico 0</p> <p><u>Macroactividad 5.2.</u> Evaluación del plan actual de estudios</p>

### 3.4 SITUACION DE LA URP SIN /CON PROYECTO

SITUACIÓN URP SIN PROYECTO	SITUACIÓN URP CON PROYECTO
Enseñanza de la ingeniería y geología con preponderancia de métodos tradicionales de enseñanza con algunas experiencias individuales y aisladas en el uso de herramientas modernas de apoyo a la enseñanza en el aula y fuera de ella	Enseñanza de la ingeniería con uso masivo de herramientas infotecnológicas de apoyo al análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y apoyo al diseño en ingeniería
Estudiantes que demoran, en promedio, mas de dos años adicionales para egresar de sus carreras	Estudiantes que terminan en promedio, no más de seis meses adicionales para egresar
Uso aislado de herramientas de apoyo al análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y apoyo al diseño en ingeniería y relegado a algunos académicos en el desarrollo de métodos y herramientas para su cátedra	Difusión y diseminación de experiencias en el uso de infotecnologías a otras facultades y universidades chilenas.
Cursos desvinculados cuyas materias se repiten y en que los estudiantes no recuerdan y pueden	Cursos organizados en cadenas de cursos vinculados, en los cuales se ha eliminado las

reparar fácilmente los temas vistos en cursos anteriores.	repeticiones de materias y en los cuales el estudiante es referido para reparar las materias y ejercicios de los cursos anteriores que se encuentran disponibles especialmente en formato digital.
---	--

## 4. EL PROYECTO

### 4.1 OBJETIVOS GENERALES, ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS

#### 4.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Iniciar un proceso de innovación en la forma de enseñar y aprender los conceptos y métodos en ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y sus especialidades, con énfasis en el análisis y modelamiento matemático y de sistemas, su simulación numérica, visualización computacional y el diseño en ingeniería, apoyado en el uso de infotecnologías.

El propósito es lograr un incremento significativo en la comprensión, retención y habilidad para aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, de tal forma de mejorar la eficiencia del proceso educativo para disminuir la duración real de sus estudios y aumentar la calidad de los egresados. Eventualmente, en base a los resultados del proyecto, se evaluará la posibilidad de disminuir la duración nominal de los estudios.

#### 4.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

**Objetivo Específico 0:** Revisar y modificar los contenidos de algunas asignaturas del Plan Común y de las carreras (Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y Especialidades) en cadenas de cursos vinculados, esto es, que hacen uso de conceptos relacionados (por ejemplo: Matemáticas, Física, Química, Operaciones, Sistemas, Ciencias de la Ingeniería, etc.) con el propósito de focalizar la enseñanza en el análisis, modelamiento matemático, simulación numérica, visualización computacional y diseño en ingeniería con el apoyo de infotecnologías. Además, mediante esta revisión de contenidos y este apoyo tecnológico, reducir o eliminar la duplicidad, repetición o repaso innecesario de materias, para hacer más eficiente y eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Objetivo Específico 1:** Crear contenidos de apoyo a las cátedras, que utilicen técnicas computacionales modernas para el análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, proveyendo para ello capacitación para los docentes y el apoyo profesional necesario. Estas técnicas computacionales de apoyo son complementarias al equipamiento experimental de los laboratorios de Fluidodinámica y de Sólidos y Medios Particulados y de Electrotecnologías.

**Objetivo Específico 2:** Tener aulas y laboratorios que cuenten con los elementos que permitan que el proceso enseñanza-aprendizaje del análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería se haga interactivo, dinámico y con máxima participación del estudiante (estudiante actor más que espectador).

**Objetivo Específico 3:** Masificar el uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia logrando que sean utilizadas intensivamente en todos los cursos y en especial en cadenas de cursos vinculados.

**Objetivo Específico 4:** Disponer de acceso suficiente y ubicuo a recursos computacionales que permitan hacer uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia tanto en el aula como fuera de ella, por parte de alumnos y docentes, y facilitar a los estudiantes elementos computacionales de

trabajo y comunicaciones que les permitan aprender por la experimentación y simulación de problemas e incorporar estas herramientas como un elemento natural en su ejercicio profesional.

**Objetivo Específico 5:** Acortar la duración real de los estudios, permitiendo a los alumnos aprobar más unidades docentes<sup>2</sup> por semestre, mejorando el rendimiento en los cursos de las carreras y del Plan Común..

#### 4.1.3 VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES DE RESULTADOS
<p>Revisar y modificar los contenidos de algunas asignaturas del Plan Común y de las carreras (Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y Especialidades) en cadenas de cursos vinculados, esto es, que hacen uso de conceptos relacionados (por ejemplo: Matemáticas, Física, Química, Operaciones, Sistemas, Ciencias de la Ingeniería, etc.) con el propósito de focalizar la enseñanza en el análisis, modelamiento matemático, simulación numérica, visualización computacional y diseño en ingeniería con el apoyo de infotecnologías.</p> <p>Además, mediante esta revisión de contenidos y este apoyo tecnológico, reducir o eliminar la duplicidad, repetición o repaso innecesario de materias, para hacer más eficiente y eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de cursos (y número de alumnos/curso) modificados al año</b></li> <li>• <b>Comparación de resultados en cursos modificados, respecto a la situación sin proyecto</b></li> <li>• <b>Promedio de notas superiores a cinco en cátedras del proyecto</b></li> <li>• <b>Número de cadenas de cursos vinculados por año</b></li> <li>• <b>Número de cursos de la facultad que forman parte del sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Número de alumnos impactados por el sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Percepción de los alumnos de estas cadenas</b></li> <li>• <b>Número de semestres promedio para egresar</b></li> </ul>
<p>Crear contenidos de apoyo a las cátedras, que utilicen técnicas computacionales modernas para el análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, proveyendo para ello capacitación para los docentes y el apoyo profesional necesario. Estas técnicas computacionales de apoyo son complementarias al equipamiento experimental de los laboratorios de Fluidodinámica, de Sólidos y Medios Particulados y de Electrotecnologías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados</b></li> <li>• <b>Número de cursos con materiales en la red</b></li> <li>• <b>Cantidad de herramientas, que se utilizan en la enseñanza disponibles por alumno</b></li> <li>• <b>Número de profesores incorporados al proyecto</b></li> <li>• <b>Número de actividades de difusión de resultados</b></li> <li>• <b>Número de cadenas de cursos vinculados por año</b></li> </ul>
<p>Tener aulas y laboratorios que cuenten con los elementos que permitan que el proceso enseñanza-aprendizaje del análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería se haga interactivo, dinámico y con</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados</b></li> <li>• <b>Número de cursos con materiales en la red</b></li> <li>• <b>Número de nuevas herramientas que utilizan los alumnos</b></li> <li>• <b>Cantidad de herramientas, que se utilizan en la</b></li> </ul>

<sup>2</sup> Una unidad docente equivale a una hora de dedicación semanal del estudiante.

<p>ingeniería se haga interactivo, dinámico y con máxima participación del estudiante (estudiante actor más que espectador).</p>	<p><b>enseñanza disponibles por alumno</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de salas y laboratorios con infotecnologías</b></li> <li>• <b>Medios disponibles y utilizados por alumnos</b></li> </ul>
<p>Masificar el uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia logrando que sean utilizadas intensivamente en todos los cursos y en especial en cadenas de cursos vinculados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados</b></li> <li>• <b>Número de cursos con materiales en la red</b></li> <li>• <b>Número de asesores disponibles</b></li> <li>• <b>Número y características de atenciones por asesor</b></li> <li>• <b>Número de profesores incorporados al proyecto</b></li> <li>• <b>Evaluación actualización de las herramientas de software</b></li> <li>• <b>Evaluación de la unidad de apoyo por parte de los profesores</b></li> <li>• <b>Número de actividades de difusión de resultados</b></li> <li>• <b>Medios disponibles y utilizados por alumnos</b></li> <li>• <b>Número de cadenas de cursos vinculados por año</b></li> <li>• <b>Número de cursos de la facultad que forman parte del sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Número de alumnos impactados por el sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Percepción de los alumnos de estas cadenas</b></li> </ul>
<p>Disponer de acceso suficiente y ubicuo a recursos computacionales que permitan hacer uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia tanto en el aula como fuera de ella, por parte de alumnos y docentes, y facilitar a los estudiantes elementos computacionales de trabajo y comunicaciones que les permitan aprender por la experimentación y simulación de problemas e incorporar estas herramientas como un elemento natural en su ejercicio profesional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de profesores incorporados al proyecto</b></li> <li>• <b>Número de salas y laboratorios con infotecnologías</b></li> <li>• <b>Número de actividades de difusión de resultados</b></li> <li>• <b>Intensidad de uso de redes para apoyar la docencia</b></li> <li>• <b>Medios disponibles y utilizados por alumnos</b></li> </ul>
<p>Acortar la duración real de los estudios, permitiendo a los alumnos aprobar más unidades docentes<sup>3</sup> por semestre, mejorando el rendimiento en los cursos de las carreras y del Plan Común.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de cursos modificados al año</b></li> <li>• <b>Comparación de resultados en cursos modificados, respecto a la situación sin proyecto</b></li> <li>• <b>Evaluación de los egresados por empresas que los contratan</b></li> <li>• <b>Número de cadenas de cursos vinculados por año</b></li> <li>• <b>Número de cursos de la facultad que forman parte del sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Número de alumnos impactados por el sistema de cadenas</b></li> <li>• <b>Percepción de los alumnos de estas cadenas</b></li> <li>• <b>Número de semestres promedio para egresar</b></li> </ul>

<sup>3</sup> Una unidad docente equivale a una hora de dedicación semanal del estudiante.



**4.1.4. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO**

**(VER PLANILLA EN PAGINA SIGUIENTE)**

## **4.2. EQUIPO DEL PROYECTO, ACTIVIDADES Y RECURSOS**

### **4.2.1. EQUIPO DEL PROYECTO**

En el Proyecto participarán destacados académicos que ya han desarrollado diversas iniciativas en la aplicación de infotecnologías en algunos cursos de las carreras de ingeniería. Estas experiencias pioneras han conformado el núcleo de este Proyecto.

El Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Dr. Patricio Poblete, es un especialista internacional en Ciencias de la Computación y su designación en tal cargo denota la temprana intención de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de modernizar la Docencia en tal sentido. El profesor Antonio Holgado tiene una vasta trayectoria tanto en Administración de Proyectos Académicos de alta complejidad como en Docencia propiamente tal y ha sido un permanente promulgador de la innovación en materias educativas. El Dr. Roberto Muñoz tiene una destacada trayectoria como Educador en Ciencias de la Ingeniería y, de hecho, ocupa actualmente la Subdirección de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. El Dr. Nelson Baloian es un académico de la facultad, reconocido internacionalmente como uno de los pocos investigadores que ha tenido experiencia directa en la exitosa aplicación de las infotecnologías al proceso de enseñanza-aprendizaje. El Dr. Jorge Olivos, académico de trayectoria en matemáticas e informática, ocupa actualmente la Dirección del Centro de Computación de la Facultad y, como es sabido, desde tal posición ha proyectado a la Facultad como una institución moderna y cuya compleja y amplia infraestructura computacional está al servicio de los alumnos y de la enseñanza-aprendizaje. El Dr. Leandro Herrera, académico del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, ha hecho uso de las redes para el apoyo a sus cursos con resultados que, de acuerdo a los alumnos, ameritan profundizar esa línea de desarrollo; las aplicaciones en actual explotación recorren desde materiales clásicos (dinámica de procesos) hasta aspectos de reciente desarrollo (biotecnología ambiental) y se ha establecido que el apoyo a las cátedras resulta loable, aún cuando las actuales aplicaciones son más bien primitivas.

#### **4.2.1.1. UNIDAD DE GESTION**

##### **4.2.1.1.1.DIRECCION GENERAL**

La dirección general del proyecto tendrá la misión de planificar, dirigir y supervisar el conjunto de actividades que conforman el Proyecto. El Director General será el Dr. Patricio Poblete, Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, y el director alterno será el Profesor Antonio Holgado, Académico del Depto. de Ingeniería Industrial. El director alterno actuará, simultáneamente, como Director Ejecutivo del Proyecto, coordinando a las distintas unidades que participen en él. En particular, las coordinaciones docentes y operativas del proyecto dependerán del Director Alterno.

##### **4.2.1.1.2.COORDINACION DOCENTE**

La coordinación docente tendrá a su cargo la supervisión y el control en el tiempo del desarrollo de las actividades docentes del Proyecto. Destaca entre sus funciones la conformación, y posterior coordinación de actividades del Grupo de Apoyo en Infotecnologías a lo largo del desarrollo del Proyecto. Coordinará, también, las actividades ligadas al estudio curricular y a las eventuales modificaciones curriculares que sean sugeridas al Consejo de la Escuela de Ingeniería

y Ciencias. El coordinador Docente del proyecto será el Dr. Roberto Muñoz G. Subdirector de la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

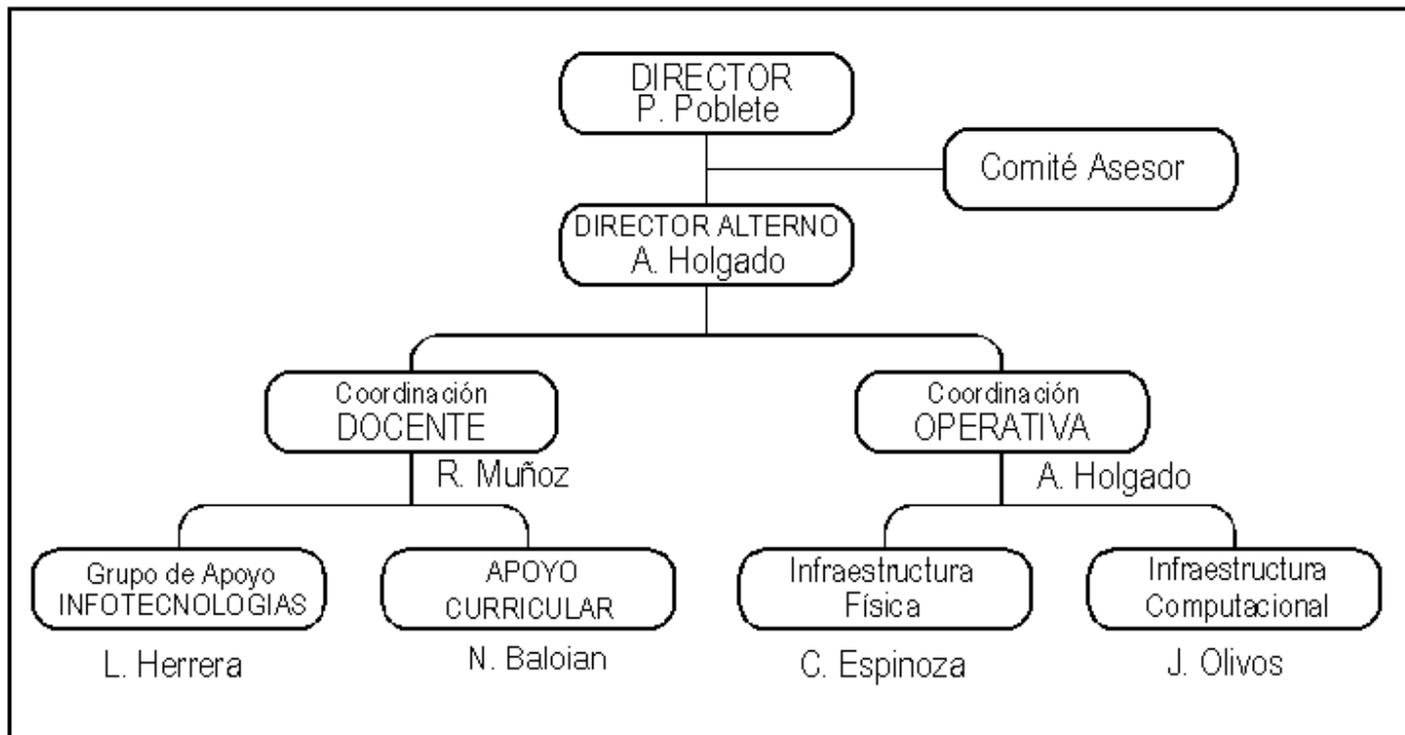
El Grupo de Apoyo en Infotecnologías estará formado por 5 expertos, los que actuarán de acuerdo al contexto como responsables de gran parte de las macroactividades dentro del Proyecto. Su coordinación estará a cargo del Prof. Leandro Herrera.

El Grupo de Apoyo Curricular estará conformado por los Coordinadores Docentes Departamentales o sus representantes y será coordinado por el Dr. Nelson Baloian. Sus actividades estarán asociadas al análisis y definición del cambio de contenidos y análisis curricular para aprovechar el uso de las infotecnologías.

#### **4.2.1.1.3.COORDINACION OPERATIVA**

En esta coordinación reside la responsabilidad de la gestión económica/administrativa, de la planta física y de la infraestructura tecnológica del proyecto. El coordinador operativo será el Director Alterno del proyecto Prof. Antonio Holgado. Dentro de las tareas de esta dirección existirá una unidad técnica responsable de la planta física, liderada el Dr. Carlos Espinoza, académico del Depto. de Ingeniería Civil, y una unidad técnica responsable de la infraestructura computacional (software y hardware) requerido por el proyecto, a cargo del Dr. Jorge Olivos, actual Director del Centro de Computación.

#### 4.2.1.1.4 ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE GESTION DEL PROYECTO



En la distribución de tareas, todas coordinadas por el Director Alterno, se estructurará la Coordinación Docente, a cargo del Dr. Roberto Muñoz y la Coordinación Operativa, a cargo del propio Director Alterno, Antonio Holgado. El Grupo de Apoyo en Infotecnologías deberá ser estructurado y contratado y será apoyado dentro del Proyecto por Leandro Herrera, académico del Depto de Ingeniería Química. El grupo de Apoyo Curricular será apoyado por Nelson Baloian, académico del Depto de Ciencias de la Computación. El Grupo de Infraestructura física estará apoyado por Carlos Espinoza, Arquitecta de la Facultad. El grupo de Infraestructura Computacional será apoyado por Jorge Olivos, Director del Centro de Computación de la Facultad.

**4.2.1.2. CONSEJO INTERINSTITUCIONAL (SOLO PARA REDES DE POSTGRADO)**

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>CARGO EN LA INSTITUCION</b>
<b>E MAIL</b>	<b>TELEFONO</b>	

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>CARGO EN LA INSTITUCION</b>
<b>E MAIL</b>	<b>TELEFONO</b>	

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>CARGO EN LA INSTITUCION</b>
<b>E MAIL</b>	<b>TELEFONO</b>	

#### 4.2.1.3. COMITE ASESOR DEL PROYECTO

NOMBRE	INSTITUCION	CARGO EN LA INSTITUCION
Fernando García Castro	Colegio de Ingenieros	Presidente
Oscar Barros Vera	Universidad de Chile	Académico
Ulrich Hoppe	Universidad Duisbourg, Alemania	Académico
Nelson Baloian Tataryan	Universidad de Chile	Académico

#### 4.2.1.4. UNIDAD DE COORDINACION INSTITUCIONAL

##### **Estructura Directiva y de Coordinación para los Proyectos de la Universidad de Chile con Recursos del Fondo Competitivo MECESUP**

Para la dirección, coordinación y operación de los proyectos de pregrado y de postgrado relacionados al MECESUP, la Universidad de Chile ha estructurado organismos específicos de manera de cubrir cuatro aspectos fundamentales para el éxito de ellos:

- La más alta calificación académica y de gestión en la dirección, operación, seguimiento y evaluación de los proyectos
- La responsabilidad y fluidez económico-financiera
- La racionalidad y agilidad en la administración
- La rápida y eficiente vinculación con el MECESUP

Con estos propósitos, la Universidad ha constituido los organismos para el manejo y relación de los proyectos con el MECESUP que se describen a continuación.

##### **COMITÉ EJECUTIVO**

Con las siguientes funciones principales:

- Delinear y proporcionar el marco estratégico en el cual se desenvolverán los proyectos de desarrollo de la docencia de pregrado y postgrado de la Universidad, con financiamiento del MECESUP, basándose para ello en los lineamientos estratégicos de la Institución.
- Asegurar el éxito de los proyectos de pregrado y postgrado, el cumplimiento de sus objetivos y metas, hacer seguimiento de los mismos, evaluar sus resultados y auspiciar las medidas correctivas en caso de desviaciones o falencias en el cumplimiento de los propósitos enunciados.
- Vincularse con cada uno de los proyectos y con la Unidad Coordinadora General del MECESUP, a través de la Secretaría Ejecutiva del Comité y de la Unidad de Coordinación Institucional.

El Comité Ejecutivo está integrado por:

- Mario Sapag-Hagar, Vicerrector de Asuntos Académicos (VAA), quien lo preside
- Carlos Cáceres S., Vicerrector de Economía y Administración (VEA)
- Sergio Gómez del Canto, Director del Departamento de Pregrado de la VAA
- Germán Ferrando R., Director del Departamento de Postgrado de la VAA

## **SECRETARÍA EJECUTIVA DEL COMITÉ EJECUTIVO**

Con las siguientes funciones principales:

- Coordinar con las unidades académicas y con las unidades centrales la formulación, presentación y posterior puesta en marcha, ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado, en el marco de los concursos del Fondo Competitivo del MECESUP.
- Dar a conocer el marco estratégico institucional en el que se formularán, presentarán y ejecutarán los proyectos de pregrado y postgrado de la Universidad, con recursos del MECESUP.
- Actuar de nexo entre el Comité Ejecutivo y los Directores de Programas de Postgrado y de Proyectos de Pregrado y monitorear sus trabajos y resultados.
- Hacer seguimiento de los proyectos e informar al Comité Ejecutivo de los estados de avance en los aspectos académicos, financieros y administrativos, en estrecha coordinación con la Unidad de Coordinación Institucional.
- Instruir la discontinuidad en la ejecución presupuestaria de los proyectos, según los avances y el cumplimiento de las metas programadas, con la autorización para ello del Comité Ejecutivo.
- Proporcionar al MECESUP las facilidades para que cuente fluidamente con los antecedentes necesarios y llevar a cabo los controles solicitados, operando, para ello, con la Unidad de Coordinación Institucional.
- Coordinar la elaboración de los estados de avance e informes periódicos, académicos, financieros y administrativos, de los proyectos y su presentación al MECESUP.
- Velar por el cumplimiento de los acuerdos establecidos en los convenios firmados con el Ministerio de Educación, en las materias que atañen a los proyectos de pregrado y postgrado desarrollados con recursos del MECESUP.

La Secretaría Ejecutiva estará integrada por:

- Andrés Vergara P., Director del Departamento de Proyectos y Estudios
- Soledad Santana M., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios
- Orlando Moya V., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios

El Comité Asesor

- Asesora directamente al Comité Ejecutivo en todos los aspectos académicos que se relacionan con la formulación, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado beneficiados con recursos del MECESUP
- Sugiere al Comité Ejecutivo áreas y mecanismos de corrección en caso de desviaciones de los proyectos respecto de los objetivos y metas a alcanzar en el área académica.

Está compuesto por académicos destacados de la Universidad de Chile, en aquellas áreas más relacionadas con los objetivos de los proyectos.

- Lucía Invernizzi Santa Cruz, Directora Académica de la Facultad de Filosofía y Humanidades

- Alberto Gurovich Weisman, Director Departamento Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- Norber Galanti Garrone, Académico, Programa Biología Celular, Facultad de Medicina
- Andrés Weintraub Pohorille, Profesor Investigador Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- Tomás Cooper Cortés, Profesor Titular, Facultad Ciencias Agronómicas.

#### Unidad de Coordinación Institucional (UCI)

Para todos los efectos de vinculación en materias específicas, entre la Institución y el MECESUP, y de acuerdo a las exigencias establecidas por el Fondo, se ha constituido una Unidad de Coordinación Institucional (UCI), integrada por:

Carlos Cáceres S.	-	Coordinador Institucional
Andrés Vergara P.	-	Coordinador Institucional Alterno
Carlos Castro S.	-	Encargado Asuntos Financieros
Angela Leiton M.	-	Encargada Asuntos Jurídicos
María Estela Palacios	-	Encargada Adquisiciones
Edith Sánchez M.	-	Encargada Contraloría.

En materias financieras, jurídicas y de contraloría, esta Unidad se contactará directamente con los Directores de Proyectos de Postgrado y Pregrado.

## 4.2.2. ACTIVIDADES

### 4.2.2.1. VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS, INDICADORES DE RESULTADOS, MACROACTIVIDADES, ACTIVIDADES PRINCIPALES Y RECURSOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES DE RESULTADOS	MACROACTIVIDADES	ACTIVIDADES PRINCIPALES	RECURSOS
<b>Objetivo Específico 0</b>	- Número de cursos (y número de alumnos/curso) modificados al año - Comparación de resultados en cursos modificados, respecto a la situación sin proyecto - Promedio de notas superiores a cinco en cátedras del proyecto	Macroactividad 0.1 Revisión de contenidos de cursos seleccionados para generar cadenas de cursos vinculados, en donde se aplicará el proceso de innovación docente. Macroactividad 0.2 Rediseño de contenidos de cursos de las cadenas y seguimiento del proceso y resultados.	0.1.1 Identificación y selección de las cadenas de cursos vinculados. 0.1.2 Revisión de los contenidos de los cursos de las cadenas seleccionadas.  0.2.1.Rediseño y modificación de contenidos, focalizado en el análisis, modelamiento, simulación, visualización y diseño en ingeniería, incorporando el empleo de infotecnologías. 0.2.2 Evaluación de resultados de la modificación de los contenidos.	17 MMS (recursos valorizados)
<b>Objetivo Específico 1</b>	- Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados - Número de cursos con materiales en la red -Cantidad de herramientas, que se utilizan en la enseñanza disponibles por alumno -Número de profesores	Macroactividad 1.1 Identificación de cursos y herramientas, e implementación de experiencias	1.1.1. Identificar las necesidades y potencialidades de las infotecnologías en las cátedras de las carreras. 1.1.2. Identificar, evaluar y seleccionar herramientas de hardware y software de apoyo a la docencia. 1.1.3. Capacitar a los docentes en la preparación de contenidos y en el uso de las herramientas de infotecnología.	139 MMS

	<p>incorporados al proyecto</p> <p>-Número de actividades de difusión de resultados</p>	<p><u>Macroactividad 1.2.</u> Creación y constitución del Grupo de Apoyo Tecnológico a la Docencia</p>	<p>1.1.4. Diseñar e implementar las experiencias de apoyo a las cátedras.</p> <p>1.1.5. Definir e implementar los repositorios digitales en que residirán los contenidos de los cursos buscando la estandarización.</p> <p>1.1.6. Evaluación de experiencias piloto. Generar los mecanismos para revisar y actualizar permanentemente las herramientas, contenidos y los enfoques docentes apoyados por infotecnología</p> <p>1.2.1. Seleccionar y contratar personal</p> <p>1.2.2. Habilitar un espacio físico para el Grupo</p> <p>1.2.3. Equipar al Grupo con herramientas de hardware y software</p>	
<b>Objetivo Específico 2</b>	<p>-Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados</p> <p>-Número de cursos con materiales en la red</p> <p>-Número de nuevas herramientas que utilizan los alumnos</p> <p>-Cantidad de herramientas, que se utilizan en la enseñanza disponibles por alumno</p> <p>-Número de salas y laboratorios con infotecnologías</p> <p>-Medios disponibles y utilizados por alumnos</p>	<p><u>Macroactividad 2.1.</u> Habilitación de salas y laboratorios</p>	<p>2.1.1. Diseñar, construir y habilitar aulas y laboratorios que cuenten con el equipamiento computacional y de comunicaciones fijas e inalámbricas que permitan a docentes y estudiantes disponer de los elementos necesarios para el proceso enseñanza-aprendizaje.</p> <p>2.1.2. Adquirir y habilitar herramientas de hardware y software de apoyo a la docencia en aulas y laboratorios.</p> <p>2.1.3. Desarrollo de un plan de mantenimiento y renovación del hardware, software y equipamiento de comunicaciones.</p>	464 MMS
<b>Objetivo Específico 3</b>	<p>-Número de herramientas de modelamiento y simulación en uso en los cursos modificados</p> <p>-Número de cursos con materiales en la red</p> <p>-Número de asesores disponibles</p> <p>-Número y características de atenciones por asesor</p> <p>-Número de profesores incorporados al proyecto</p> <p>-Evaluación actualización de las herramientas de software</p> <p>-Evaluación de la unidad de apoyo por parte de los profesores</p> <p>-Número de actividades de difusión de resultados</p> <p>-Medios disponibles y utilizados por alumnos</p>	<p><u>Macroactividad 3.1.</u> Diseminar y masificar en la Facultad y fuera de ella el uso de las infotecnologías a través de cursos, charlas, etc.</p>	<p>3.1.1. Definir y poner en práctica un programa de capacitación, a desarrollar por los profesionales del Grupo de Apoyo Tecnológico a la docencia, para dar a conocer y entrenar y asesorar a los docentes en la incorporación de las infotecnologías y en el desarrollo los contenidos.</p> <p>3.1.2. Implementar instancias para compartir experiencias, tanto internas como con expertos extranjeros, en simposios anuales de Facultad a partir del segundo año y reuniones técnicas extensivas a otras facultades y/o universidades.</p>	39 MMS
<b>Objetivo Específico 4</b>	<p>-Número de profesores incorporados al proyecto</p> <p>-Número de salas y laboratorios con infotecnologías</p> <p>-Número de actividades de difusión de resultados</p> <p>-Intensidad de uso de redes para apoyar la docencia</p> <p>-Medios disponibles y utilizados por alumnos</p>	<p><u>Macroactividad 4.1.</u> Hacer accesibles las herramientas de infotecnología</p>	<p>4.1.1. Evaluar, seleccionar, adquirir e implementar equipamiento digital de procesamiento y comunicaciones, fija e inalámbrica, en aulas, bibliotecas y todo lugar en que sean necesarios para poner en uso las infotecnologías de apoyo a la docencia.</p> <p>4.1.2. Acceso remoto y ubicado a los laboratorios de Fluidodinámica, de Sólidos y Medios Particulados y de Electrotecnologías.</p> <p>4.1.3. Evaluar, seleccionar y adquirir elementos de computación móvil y comunicación inalámbrica para ser utilizados por docentes y alumnos dándoles acceso a las herramientas de infotecnologías y repositorios de contenidos, para ser usados tanto dentro como fuera del campus.</p>	246 MMS
<b>Objetivo Específico 5</b>	<p>-Número de cursos modificados al año</p> <p>-Comparación de resultados en cursos modificados, respecto a</p>	<p><u>Macroactividad 5.1.</u> Revisión de los contenidos de algunos cursos actualmente impartidos no incluidos en el Objetivo</p>	<p>5.1.1. Revisión de los contenidos de algunos cursos no incluidos en el Objetivo Específico 0.</p> <p>5.1.2. Evaluación del impacto de las</p>	62 MMS, dineros valorizados por tiempo de académicos

	<b>la situación sin proyecto</b>	Específico 0  Macroactividad 5.2. Evaluación del plan actual de estudios	innovaciones efectuadas en los cursos y proyección sobre la duración real de las carreras.  5.2.1. Obtener información empírica que permita decidir si gracias a este apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje es posible acortar la duración nominal de las carreras.	
--	----------------------------------	--	--	--

#### 4.2.2.2. VINCULACION DE MACROACTIVIDADES, ACTIVIDADES PRINCIPALES Y SEMESTRES

A excepción de las actividades de evaluación (que ocurren a cada año de Proyecto), las actividades de este Proyecto no contienen un gran número de rutas críticas. Sólo algunas actividades aparecen como críticas y son aquellas que consisten en implementar, ya sea las infraestructuras físicas (salas), la implementación de programas específicos y la constitución del Centro de Apoyo a la Docencia Informatizada.

En particular, se observa en la carta Gantt a continuación, que las actividades que se relacionan con la modificación de contenidos curriculares son permanentes en el tiempo.

La macroactividad 0.1 Revisión de contenidos de cursos seleccionados para generar cadenas de cursos vinculados, en donde se aplicará el proceso de innovación docente comienza desde los primeros meses del proyecto y se mantiene durante los primeros dieciocho meses. La definición de estas cadenas de cursos vinculados requiere la participación activa de los Coordinadores Docentes Departamentales o sus representantes

La macroactividad 0.2 El rediseño de contenidos de cursos de las cadenas y seguimiento del proceso y resultados, comienza a los seis meses de iniciado el proyecto y se mantiene durante el resto del proyecto, implantando los nuevos contenidos y el uso de las infotecnologías junto a la medición de resultados.

La macroactividad 1.1: identificación de cursos y herramientas es permanente, mientras que la macroactividad 1.2 (grupo de apoyo) se debe cumplir en unos 10 meses pues su funcionamiento es necesario hacia el final del primer año de proyecto.

La macroactividad 2: habilitación de salas y laboratorios, se realiza, también, durante todo el proyecto pues se deberán habilitar permanentemente más recursos físicos para los cursos que implementen estas metodologías. De hecho, se espera que esta actividad continúe aún una vez terminada la ejecución de este Proyecto.

La macroactividad 3: masificación del uso, es también una actividad permanente pues se ha proyectado que la ejecución de este Proyecto radie hacia todas las cátedras de la Escuela de Ingeniería; aún más, la realización de la reunión anual deberá continuar en el tiempo por muchos años más que la duración del proyecto. Esta actividad se iniciará después de un semestre de proyecto porque se requieren primeros resultados formalizados (más allá del avance previo) para realizar la difusión de esta alternativa docente.

La macroactividad 4: accesibilidad de las herramientas, estará activa hasta casi el fin de proyecto, y se detiene en ese punto sólo porque se deberá evaluar formalmente los resultados obtenidos una vez realizadas todas las inversiones. Más allá de esto, la facultad estará comprometida a continua,

en forma natural, el proceso de renovación de herramientas.

La macroactividad 5.1: evaluación de cambio de contenidos de los curriculæ de cursos respecto de la situación inicial, durará sólo 2 años pues al término de tal período ya no se debiera poder hablar del sostenimiento de la situación inicial. La 5.2: evaluación del Plan de Estudios, se realizará, naturalmente, hacia el final del Proyecto y se asignaron 6 meses para esta actividad.

#### **4.2.2.3. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES (CARTA GANTT)**

**Ver Carta Gantt adjunta en el archivo UCH 0119 Carta Gantt en MS Project .mpp**

#### **4.2.3. RECURSOS**

##### **4.2.3.1. RECURSOS SEGÚN FUENTES, USOS Y AÑOS**

Ver el Cuadro Recursos según Fuentes, Usos y Años, en la planilla Excel adjunta en el archivo UCH0119 Ref: Memoria de Cálculo (en la hoja FUENTES\_USOS\_AÑOS)

#### 4.2.3.2. JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS (ACADÉMICOS)

SEGÚN

OBJETIVOS

OBJETIVOS ACADÉMICOS	RECURSOS (VALOR Y JUSTIFICACIÓN)
Acortar la duración real de los estudios, disminuyendo las tasas de reprobación en los cursos de las carreras y de Plan Común, así como la duplicidad, repetición o repaso de materias	34 MM\$ correspondiente a valorización de tiempos de académicos necesarios para el análisis de los contenidos de los cursos y su modificación de acuerdo a la conveniencia en el tratamiento de las materias con infotecnologías.
Crear contenidos de apoyo a las cátedras, que utilicen técnicas computacionales modernas para el análisis, modelamiento matemático y de sistemas, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, proveyendo para ello capacitación para los docentes y el apoyo profesional necesario.	127 MM\$ creación y consolidación del Grupo de Apoyo Tecnológico, así como la identificación de cursos y herramientas en las cuales se implementarán las experiencias docentes  580,6 MM\$ correspondientes a la habilitación de salas y laboratorios necesarios para la implementación de los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizando infotecnologías
Masificar el uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia logrando que sean utilizadas intensivamente en todos los cursos y en especial en cadenas de cursos que hacen uso de conceptos relacionados.	580,6 MM\$ correspondientes a la habilitación de salas y laboratorios necesarios para la implementación de los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizando infotecnologías 156 MM\$ correspondientes a la implantación de tecnologías en forma ubicua (en cualquier parte y en cualquier momento) de apoyo a la enseñanza-aprendizaje 30 MM\$ correspondientes a la masificación de las infotecnologías en cursos de la Facultad

#### 4.2.3.3. MEMORIA DE CALCULO

Ver el Cuadro Memoria de Cálculo, en la planilla Excel adjunta en el archivo UCH0119 Ref: Memoria de Cálculo que contiene todas las planillas para el cálculo de las inversiones y gastos de operación durante los tres años de vida del proyecto.

**4.2.3.4. SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO**

--

**4.2.3.5.1. COHERENCIA DEL PROYECTO CON LA POLÍTICA DE DESARROLLO DE CAMPUS**

El fortalecimiento académico de la FCFM ha sido focalizado en la renovación del cuerpo académico, particularmente en el grupo de los académicos de jornada completa. Conjuntamente con lo anterior, la Facultad ha abordado de una manera sistemática y sostenida en estos años, el mejoramiento de la docencia por la vía de incentivar a los profesores a participar e involucrarse más activamente en la docencia de pregrado en el Plan Común y en las carreras de ingeniería, habilitar una Biblioteca Central moderna y salas de clases bien equipadas en las nuevas dependencias de la Escuela de Ingeniería.

Consecuente con lo anterior, uno de los objetivos de este proyecto apunta a disponer de acceso suficiente y ubicuo a recursos computacionales que permitan hacer uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia tanto en el aula como fuera de ella, por parte de alumnos y docentes.

Para cumplir este objetivo se plantea la necesidad de evaluar, seleccionar, adquirir e implementar equipamiento digital de procesamiento y comunicaciones en aulas, biblioteca y todo lugar en que sean necesarios para poner en uso las infotecnologías de apoyo a la docencia.

Lo anterior conlleva la habilitación de salas multimedia, salas de estudio con conexiones a red inalámbrica, adecuación de espacios en la Biblioteca Central de la Facultad, la instalación de laboratorios computacionales y la operación de centros de impresión.

Para las salas multimedia (un total de 12) se considera una instalación tipo con un equipo Data Show para proyección, y con un computador conectado a la red de Facultad. De esta modo será posible para el docente realizar una clase con un apoyo completo de material multimedial. En algunas salas se considera además la instalación de una pizarra electrónica para clases que así lo requieran.

Para un mejor aprovechamiento de los recursos infotecnológicos se considera la adecuación de salas de estudio con conexión inalámbrica en la cual sea posible, a través de una tarjeta de red, el uso de recursos computacionales disponibles en el Campus. El sistema considerado permite la conexión de hasta 40 PCs a cada punto de red servido por una estación base.

El proyecto incluye además la adecuación de salas para cuatro (4) laboratorios computacionales equipados con 30 PCs más un servidor de red local. Los laboratorios estarán dedicados al desarrollo de actividades complementarias a las clases de cátedra, para lo cual contarán con software y hardware para satisfacer dichas necesidades.

Desde la segunda parte de la década de los 80, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, dio inicio a diferentes estudios de diagnóstico que permitieran establecer el estado y perspectivas futuras de sus unidades de información. Dados estos estudios, la Facultad asumió la tarea de modernizar la infraestructura física y de recursos de información y sus servicios asociados. Para ello a partir de 1992, proveyó a través de diferentes fuentes de financiamiento, los recursos necesarios para la automatización de todos los procesos documentarios que incluyen un total de 150.000 volúmenes de documentos en diferentes soportes, habilitó 6.000 m<sup>2</sup> de superficie y equipo, esta superficie con 5.000 metros lineales de estantería de acceso directo, de 600 puestos de lectura y de 40 puntos de red de comunicaciones.

Todos estos activos están evaluados en unos \$2.500 millones.

En esta línea de acción este proyecto considera la conexión inalámbrica para diversos espacios en la Biblioteca Central de la Facultad. Cada punto de conexión inalámbrica está compuesto de un punto de conexión tradicional y una estación base receptora con un ancho de banda suficiente para operar con 40 PCs. Lo anterior permitirá utilizar de una manera más eficiente la información que actualmente está disponible desde la Biblioteca Central de la FCFM, dándole a los alumnos la posibilidad de acceder a ella en forma más directa.

El cumplimiento de los objetivos anteriores requiere la mantención de una red computacional adecuada, que permita incorporar servidores base para mejorar el uso actual de los recursos. La Infraestructura computacional y de comunicaciones en la FCFM se sustenta sobre una infraestructura con conexión ininterrumpida a las redes internacionales y con acceso local (campus) y facilidades de acceso remoto (casa). La Facultad ha sido pionera en el uso de las redes computacionales en el país y su aplicación en soluciones docentes y administrativas.

La red troncal de Facultad ha ido evolucionando en forma paralela al desarrollo de las redes departamentales, empezando como un "Backbone" ethernet (a 10Mbps), para ya en el año 1992 dar paso a uno FDDI (de 100 Mbps), que durante este año ha sido transformado en una Red Troncal ATM (con enlaces de 155Mbps, basados en una matriz de 5Gbps, ampliable a enlaces de 622Mbps, con matriz de 10Mbps, en los mismos equipos), teniendo un soporte paralelo basado en FastEthernet (a 100Mbps, con matriz de 1.2Gbps). Existen alrededor de 20 redes departamentales unidas mediante la red troncal, que soportan alrededor de un millar de equipos. El proyecto considera la extensión de la red computacional de la FCFM de tal manera de lograr la conectividad requerida para las Salas Multimedia, salas de estudio y Biblioteca, y Laboratorios Computacionales.

Durante el año 2000 la FCFM realizó diversos esfuerzos que permitieron evaluar el estado actual de los desarrollos de estas asistencias modernas a la docencia. Además de la información adquirida, se comenzó el desarrollo de modelos de portales regulares (sitios web) para los diversos cursos impartidos en la FCFM que permitirían el acceso al sitio de cada curso, a partir del portal de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Estos portales pondrán a disposición del profesor la estructura necesaria para alojar sus apuntes (sean estos en modo clásico o con enlaces); mantención de fechas; mantención de notas; obtención de ejercicios y controles de semestres anteriores; sectores de discusión del curso (foro computarizado); etc.

La Escuela y el Centro de Computación han estado interesados en poder proveer, al menos, apoyo profesional para transformación de materiales clásicos (apuntes en procesador de texto; planillas de notas en planillas de cálculo; etc.) en sus equivalentes expuestos en las páginas web de los cursos. Similarmente, se ha discutido la posibilidad de disponer de expertos en educación que permitan perfeccionar los aspectos de relación entre tópicos, secuencia de contenidos y, en general, el curriculum de contenidos de cursos asistidos por computador donde el profesor podría exponer mucho mejor que antes sus materias.

En la línea anterior el proyecto considera la creación de contenidos de apoyo a las cátedras, que utilicen técnicas computacionales modernas para el modelamiento, análisis, diseño, simulación, visualización, etc. proveyendo para ello capacitación para los docentes y el apoyo profesional necesario. Lo anterior implica, entre otras actividades, la constitución de un Grupo de Apoyo Tecnológico a la Docencia, así como la identificación, evaluación, selección, adquisición e implementación de herramientas de hardware y software de apoyo a la docencia.

#### 4.2.3.5.2. COHERENCIA DEL PROYECTO CON OBJETIVOS ACADÉMICOS.

Esta propuesta considera la incorporación de infraestructura computacional de apoyo a la docencia, lo que implica disponer de acceso suficiente y ubicuo a recursos computacionales que permitan hacer uso de las infotecnologías de apoyo a la docencia tanto en el aula como fuera de ella, por parte de alumnos y docentes

Este objetivo considera la evaluación, selección, adquisición e implementación de equipamiento digital de procesamiento y comunicaciones en aulas, biblioteca y todo lugar en que sean necesarios para poner en uso las infotecnologías de apoyo a la docencia. Actividades concretas que se llevarán a cabo para cumplir con este objetivo se incluyen a continuación:

- **Salas Multimedia**

Para realizar docencia con un apoyo fuerte de infotecnologías se requiere Salas Multimedia con un equipamiento adecuado. Se ha considerado un total de 18 salas acondicionadas, 12 de las cuales debieran estar listas al final del primer año, y 6 al final del segundo año de proyecto. Estas salas se ubicarían en el segundo piso del edificio ubicado en Av. Blanco Encalada 2120. Cada una de las salas que se utilizará deberá contar con la siguiente tecnología:

- 2 puntos de red (1 para profesor y 1 para Internet inalámbrica)
- 1 PC dedicado, conectado a un punto de red fija y con lector de CD
- 1 equipo datashow fijo
- 1 pizarra electrónica (sólo en un par de salas)
- Telones
- 1 equipo de conexión inalámbrica para Internet (Ver Anexo 5.3.4 con especificaciones técnicas de los equipos inalámbricos)

En forma adicional se considera el equipamiento de las salas de clase del 1er piso del edificio de Blanco Encalada 2120. En Anexo 5.3.6 de Arquitectura se entrega un plano con la ubicación proyectada de las Salas Multimedia.

- **Salas de Estudio y Biblioteca**

Como apoyo a la docencia se debería implementar salas de estudio (Facultad y Departamentos) dotadas de conexión inalámbrica a Internet. Cada sala debe tener al menos dos puntos de red para instalación de equipos de conexión inalámbrica y cubículos individuales o colectivos para trabajo en Campus. Sistema de conexión inalámbrica basado en protocolo IEEE permite utilizar 30 a 50 PCs simultáneamente, en un radio de acción de 50 m. Algunos equipos existentes en el mercado son el Xircom Wireless ethernet Startet Kit y el D-Link DWL-905 Laptop Wireless Kit.

Dotar de conexiones inalámbricas a salas de estudio en Biblioteca Central. Cada sala debe tener al menos dos puntos de red para instalación de equipos de conexión inalámbrica y cubículos individuales o colectivos para trabajo en Campus.

En Anexo 5.3.6 de Arquitectura se incluye un esquema de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la ubicación de Salas de Estudio en la Biblioteca Central.

- **Laboratorios computacionales**

Algunos cursos de modelación o simulación numérica requerirán laboratorios computacionales tradicionales con equipos Desktop y pantallas de alta resolución. Se considera una capacidad de 30 PCs por sala, lo que permitiría acomodar hasta 60 alumnos (en algunos cursos es recomendable dos alumnos por PC). Se ha considerado un total de 4 laboratorios computacionales, dos de los cuales estarían disponibles al final del primer año y uno en cada año siguiente. Los Laboratorios Computacionales estarían ubicados en el edificio de Avenida Blanco Encalada 2120, en el edificio del Departamento de Ingeniería Civil y Geofísica, en el área de los Laboratorios Integrados de Ingeniería y otro en el Departamento de Ingeniería Industrial.

El equipamiento de cada uno de los laboratorios computacionales incluye lo siguiente:

- 1 PC que actúe como servidor
- 30 PCs Pentium III, 600 MHz, con pantalla de 17"
- Red computacional con 31 puntos
- Impresoras de alta velocidad y alta definición
- DataShow fijo
- Software básico (incluido anteriormente)
- Software especializado (incluido anteriormente)
- Manuales de software adicionales

Cada laboratorio requiere la adecuación de las salas existentes, la instalación de red y aire acondicionado, la instalación de alarmas y cámara de video y un switch para la red.

- **Centros de Impresión**

Como complemento al uso de herramientas infocomunicacionales requiere de una red de impresión con una densidad adecuada a través del campus. En este sentido es necesario contar con un sistema en línea que permita al alumno seleccionar un nodo de impresión y luego retirar impresiones en ese punto.

Este sistema de impresión debiera contar con una cuota de impresión, por alumno, que pueda ser aumentada en caso de ser requerido (ocupar ID card para activar cupo). Cada Centro de Impresión debiera contar con el siguiente equipamiento básico:

- Impresoras de alta velocidad y alta definición
- Plotter (en al menos un centro de impresión)
- Fotocopiadoras

- **Conexión inalámbrica en Facultad.**

Se considera la extensión de la Red Fija de Facultad para la implementación de redes inalámbricas en Salas de Estudio, Biblioteca y Salas Multimedia. Cada sala debe tener al menos dos puntos de red fija para la instalación de equipos de conexión inalámbrica y cubículos individuales o colectivos para trabajo en Campus.

Sistema de conexión inalámbrica basado en protocolo IEEE permite utilizar 30 a 50 PCs simultáneamente, en un radio de acción de 50 m. Algunos equipos existentes en el mercado son el Xircom Wireless ethernet Startet Kit y el D-Link DWL-905 Laptop Wireless Kit. Se anexa

información técnica de estos equipos.

- **Red Ethernet**

El proyecto contempla la extensión de la red de computación, mediante un cableado estructurado, para las Salas Multimedia y Salas de Estudio en distintos puntos de la Facultad. La cobertura estimada incluye un total de 90 puntos de cableado estructurado y 5 switches Cisco Catalyst 2924-M.

#### **4.2.3.5.3. UBICACIÓN, ARQUITECTURA Y COSTOS.**

Las obras para el proyecto de modernización de la docencia en Ingeniería consisten en la remodelación y equipamiento de los dos primeros pisos del edificio localizado en Avenida Blanco Encalada 2120 de la comuna de Santiago, perteneciente a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. En Anexo 5.3.6. de Arquitectura se incluye un esquema con la ubicación de las salas y su distribución.

Cada uno de estos pisos tiene una superficie de 1.250 metros cuadrados, en los cuales se distribuyen distintos tipos de aulas, servicios higiénicos y circulaciones generales.

Actualmente se encuentran terminadas las salas del primer piso solamente, pero no tienen equipamiento computacional ni audiovisual. Las salas correspondientes al segundo piso tendrán características similares a las ya construidas y están en la etapa de proyecto (se incluye plano con las instalaciones en Anexo 5.3.6).

Las salas del segundo piso serán remodeladas en dos etapas secuenciales. En una primera etapa se llevará a cabo la remodelación de 12 salas (1er año) y en el segundo año se completarán las otras 6.

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS SALAS MULTIMEDIA**

Cada uno de los pisos mencionados se ha proyectado y equipado con las siguientes características generales:

- Ventanas tipo muro cortina al exterior con termopaneles tintados, selladas e insonorizadas.
- Climatización completa por aire acondicionado frío – caliente.
- Iluminación mixta fluorescente e incandescente.
- Tabiquerías acústicas con estructura de acero galvanizado
- Alfombra alto tránsito en el interior de las salas.
- Cerámica antideslizante en circulaciones.
- Cielos acústicos de fibra rehundidos.
- Lámparas fluorescentes de alto rendimiento con difusor completo de acero inoxidable.
- Micropersianas de acero esmaltado
- Sistema de sensores de humo y alarma automática de incendio.

Las salas que componen cada uno de los pisos tienen las siguientes capacidades:

**Primer piso**

Una sala para 100 alumnos  
 Una sala para 90 alumnos  
 Cuatro salas para 58 alumnos  
 Dos salas de 24 alumnos  
 Siete salas para 20 alumnos

**Segundo piso**

Una sala para 100 alumnos  
 Una sala para 90 alumnos  
 Cuatro salas para 60 alumnos  
 Una sala para 32 alumnos  
 Dos sala para 24 alumnos  
 Nueve salas para 20 alumnos

El costo total de la remodelación del segundo piso se estima en MM\$ 144 para una superficie útil aproximada de 840 m<sup>2</sup>, lo cual arroja un valor aproximado de 11 UF/m<sup>2</sup>.

**CENTRO DE APOYO**

**OBRA GRUESA** incluye la habilitación de una oficina que incluya la instalación de puntos de red, alarma y cámara de video. Se ha estimado un valor global de M\$ 12.0.

**LABORATORIOS COMPUTACIONALES**

**OBRA GRUESA** incluye la habilitación de una sala que incluya la instalación de 31 puntos de red, alarma y cámara de video. Se ha considerado la habilitación de una sala tipo de 70 m<sup>2</sup>, lo que de acuerdo a datos de la Facultad alcanza a un monto global de M\$ 20.0 (19 UF/m<sup>2</sup>).

**SALAS DE ESTUDIO Y BIBLIOTECA**

Como apoyo a la docencia se implementará una conexión inalámbrica a Internet un total de 4 salas de estudio ya existentes (Facultad y Departamentos). Además se incluirá conexiones inalámbricas en 18 salas de estudio y consulta en la Biblioteca Central. Cada sala debe tener al menos dos puntos de red para instalación de equipos de conexión inalámbrica y cubículos individuales o colectivos para trabajo en Campus.

Sistema de conexión inalámbrica basado en protocolo IEEE permite utilizar 30 a 50 PCs simultáneamente, en un radio de acción de 50 m. Algunos equipos existentes en el mercado son el Xircom Wireless ethernet Startet Kit y el D-Link DWL-905 Laptop Wireless Kit.

El costo de cada estación base alcanza a un promedio de US\$500. Se requerirá un total de 40 estaciones base, lo que da un total aproximado de M\$ 15.0.

### **CENTROS DE IMPRESIÓN**

Como complemento al uso de herramientas infocomunicacionales requiere de una red de impresión con una densidad adecuada a través del campus. En este sentido es necesario contar con un sistema en línea que permita al alumno seleccionar un nodo de impresión y luego retirar impresiones en ese punto. Se considera 3 centros de impresión: uno en la Biblioteca Central, uno en la zona de Laboratorios MECESUP y otro en el Departamento de Industrias.

Cada Centro de Impresión debiera contar con el siguiente equipamiento básico:

Impresoras de alta velocidad y alta definición  
 Plotter (en al menos un centro de impresión)  
 Fotocopadoras

#### **CENTROS DE IMPRESION**

<b>ITEM</b>	<b>MONTO (M\$)</b>
OBRA GRUESA	6.0

### **4.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION**

Al comenzar el proyecto, se constituirán los grupos de trabajo que trabajarán coordinados según se indica en la estructura del organigrama de las unidades de gestión del proyecto presentadas en la página 27 de este proyecto.

Estos grupos se harán cargo de las actividades descritas en la carta Gantt del punto 4.2.2.3 de proyecto y trabajarán en forma independiente pero coordinada.

En primer lugar se constituirá la Coordinación Docente a cargo del prof. Roberto Muñoz quien tendrá a su cargo al Grupo de Apoyo en Infotecnologías y el Grupo de Apoyo Curricular.

El Grupo de Apoyo Curricular tendrá como responsabilidad el estudio de las mallas curriculares de las carreras y la definición de cadenas de cursos vinculados. Estas cadenas de cursos se identificarán fundamentalmente en base a los prerequisites que los cursos tiene definidos y en la relación que las materias tienen entre si de tal manera que si un curso tiene como prerequisite a otro cuyas materias sean necesarias para él, sea posible que tanto el curso más básico permita a los estudiantes ver en que temas se aplican los conocimientos en los cursos de más adelante, como que los alumnos de un curso posterior sean remitidos a repasar los conceptos y herramientas vistos en un curso anterior directamente en el repositorio de infotecnología en que estas materias se encuentran. Este Grupo tendrá como responsabilidad proponer a los Deptos. la modificación de los contenidos de los cursos bajo su responsabilidad si ello fuera necesario.

El Grupo de Apoyo en Infotecnologías tendrá personal contratado para desarrollar metodologías para incorporar las infotecnologías al proceso enseñanza-aprendizaje y para apoyar su implantación en los cursos de las cadenas. Este apoyo cubre desde la definición de cómo utilizar las infotecnologías en la sala de clases así como fuera de ella. Este grupo trabajará apoyando al Grupo de Apoyo Curricular de tal manera que las cadenas de cursos tengan coherencia en el uso de las infotecnologías y permitan al profesor y al estudiante utilizarlas con soltura, comodidad y libremente.

En la Coordinación Operativa se desempeñara el Director Alterno, Prof. Antonio Holgado, quien tendrá a su cargo el desarrollo de la Infraestructura Física y de la Infraestructura Computacional.

La Infraestructura física, que corresponde a la construcción y remodelación de las salas de clases y laboratorios, es de primera importancia por lo que será necesario que su remodelación se inicie lo antes posible, de tal marea que sea posible utilizarlas a la brevedad. Esto debe contemplar el diseño de salas tipo y laboratorios específicos, tanto en su disposición física como en la infraestructura de infotecnologías con que contarán, según sea la utilización que se les vaya a dar para las actividades de los distintos cursos de las cadenas de cursos vinculados.

La Infraestructura Computacional será definida en conjunto por el Grupo de Apoyo en Infotecnologías, el Grupo de Infraestructura Computacional y los especialistas del Centro de Computación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Coordinados por el Director de este último Prof. Jorge Olivos.

El seguimiento y coordinación la harán permanentemente los Coordinadores Docente y Operativo, supervisados por el Director del Proyecto y Director Alterno, a fin de cumplir con las actividades y alcanzar los resultados propuestos. Sin embargo, cada Grupo tendrá su propio plan de trabajo, metas e indicadores de resultado a fin de que el proyecto en su conjunto alcance los resultados propuestos.

Las evaluaciones de los niveles de satisfacción, tanto de profesores como de alumnos, se harán por la vía de encuestas semestrales en los cursos en los que se haya intervenido incorporado infotecnologías, se haya hecho cambios en los contenidos o se haya incorporado el uso de nuevas metodologías o herramientas.

Las evaluaciones de los resultados globales del desempeño académico anual se harán a partir de las estadísticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias la cual tiene un muy buen Sistema de Administración Docente cuya base de datos permite hacer el análisis con lenguajes de consulta. Por otra parte hay un proyecto en marcha de hacer análisis de estos datos mediante herramientas de “minería de datos” que permitirán descubrir patrones de comportamiento académico de los estudiantes y de las evaluaciones hechas por los docentes. Esto permitiría analizar con facilidad si el rendimiento de los estudiantes en cursos de las cadenas son mejores que los de los mismos estudiantes en otros cursos lo que confirmaría el buen resultado del proyecto y la conveniencia de profundizar la definición de cadenas de cursos, redefinir sus contenidos introduciendo infotecnologías.

Se hará una evaluación en el primer semestre del proyecto para considerar esos resultados como el caso base con el cual se compararan los resultados del proyecto

Cada uno de los cuatro grupos trabajara independientemente con la necesaria coordinación según sea necesario. Además, durante los cinco períodos de vacaciones de cambio de semestre de cada uno de los tres años, se realizarán encuentros de todos los equipos de trabajo. En ellos se realizarán las presentaciones de avance con respecto a equipamiento, estándares, pruebas de nivel, contenidos de programas y materiales didácticos, incluyendo niveles de satisfacción y de uso real de la infraestructura, las infotecnologías, de los métodos y las herramientas. Se analizarán los indicadores de resultado para ver si es necesario reforzar áreas del proyecto para alcanzar los resultados esperados.

A partir del segundo año se realizarán una vez al año talleres de perfeccionamiento de los profesores a los que se invitará a profesores de otras facultades y otras universidades. La invitación a docentes de otras facultades y universidades se hará a través de sus rectores y tendrá un cupo limitado a un representante por universidad.

Estos talleres estarán a cargo de personal del Grupo de Apoyo en Infotecnologías y tendrán como objetivos mostrar los objetivos y resultados obtenidos por el proyecto y capacitar a los docentes en el conocimiento de cómo incorporar la metodología educativa que incorpora infotecnologías, como hacer la vinculación de los cursos de las cadenas, como utilizar las salas y solicitar apoyo, como preparar material de apoyo, como lograr una buena coordinación e interacción con los estudiantes y como lograr lo que se espera de su trabajo docente. Estos

talleres serán teórico-prácticos de tal manera que los docentes que participen puedan conocer las metodologías tanto para definir cadenas de cursos vinculados y redefinir sus contenidos como para incorporar infotecnologías en el proceso enseñanza aprendizaje. A la vez podrán ver ejemplos de casos realizados de aplicación de las metodologías y herramientas infotecnológicas en cursos y cadenas y también hacer aplicación de ellos a las cadenas y/o cursos de su interés. El material de apoyo estos cursos quedará disponible libremente en las páginas web del proyecto tanto para los docentes de la URP como para cualquier docente de las instituciones de educación superior. Eventualmente los resultados del proyecto darán origen a artículos en revistas nacionales e internacionales sobre el tema.

Por otra parte, con los expertos internacionales en los mismos temas anteriores que se invite una vez al se organizará un seminario anual abierto a las universidades. El objetivo de este seminario será aprovechar de la mejor manera la experiencia y conocimientos del profesor/experto invitado de tal manera que la comunidad de las instituciones de educación superior aproveche de la mejor manera los conocimientos del experto. Se invitará a una persona de las universidades a través de sus rectores.

Estos talleres podrán realizarse en conjunto o separadamente de los seminarios-taller anteriormente descritos.

Al término del proyecto en el tercer año se contará con un informe que incluya el análisis del comportamiento de los indicadores de resultado durante todo el proyecto, las propuestas hechas en el proyecto validadas y comentadas en sus resultados y la proposición de estándares a partir de los resultados. Además contendrá una lista de contenidos, descripción de la metodología seguida en la definición de cadenas de cursos vinculados y en la incorporación de medios infotecnológicos en los cursos.

## 5. ANEXOS

### 5.1. ANEXO 1. ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS

#### **PLAN ESTRATEGICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

##### **MISION:**

*La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile tiene por misión:*

- *Dar formación superior integral en el área de la ingeniería, geología y ciencias afines, conducente a títulos profesionales y grados académicos de Magister y Doctorado.*
- *Mantener un cuerpo académico de excelencia que, estando en las fronteras del conocimiento de su especialidad, entregue una docencia de alto nivel y realice investigación científica y tecnológica para contribuir al conocimiento en el área y a la solución de problemas relevantes.*
- *Aportar al desarrollo socioeconómico del país mediante la creación, transferencia, innovación, adaptación y difusión de nuevas tecnologías y procesos.*

## ANÁLISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS

### ANÁLISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS

#### • Oportunidades

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene una gran presencia en el medio nacional por la calidad de los servicios académicos ofrecidos. Esto se traduce en oportunidades para captar una parte importante de los mejores alumnos egresados de la enseñanza media del país. Similarmente, el mercado profesional chileno reconoce la calidad de la formación ofrecida por nuestra Escuela de Ingeniería y Ciencias, generando oportunidades para aportar significativamente al desarrollo del país. Por otra parte, un cuerpo académico con oficio y presencia en el desarrollo de la investigación científico-tecnológica constituye una base importante para la generación de nuevo conocimiento y es el sustento para la fortaleza de nuestros programas de postgrado, tanto a nivel de Magister y Doctorado.

En el ámbito descrito, se pueden detectar las siguientes oportunidades para la Facultad:

- Necesidad por cambios significativos en la enseñanza de la ingeniería y la geología, representado por nuevos enfoques, capacidad de innovación y la utilización de nuevas herramientas tecnológicas por los futuros profesionales.
- Adecuación de la formación tecnológica a un mundo globalizado y altamente competitivo.
- Existencia de un mercado laboral en expansión en áreas científicas y tecnológicas específicas y tradicionalmente poco desarrolladas en el país. Nuevas etapas de desarrollo económico requieren habilidades y una gama de conocimientos más allá de los, hasta ahora, convencionales en el mercado nacional.
- Demanda, en la actualidad, por esquemas de educación continua y formación de postgrado a nivel de Magister. Incipiente demanda por profesionales con Doctorado.
- Demanda por enfoques multidisciplinarios a la solución de problemas.
- Consolidación de nuevas tecnologías, locales y remotas, en el ámbito de un marco informático coherente y sujeto a estándares internacionales.

#### • Amenazas

El punto que ilustra con mayor claridad nuestro análisis es la existencia de rankings internacionales de productividad que muestran la exasperante postergación que el país mantiene en los aspectos de recursos humanos y de desarrollo y aplicaciones de ciencia y tecnología. Esta situación está generando una brecha tecnológica significativa entre Chile y los países desarrollados, con el consecuente aumento de la dependencia tecnológica y las restricciones en el desarrollo económico que tal situación conlleva.

Específicamente, se destacan:

- Masificación de una oferta científico-tecnológico por parte de las universidades existentes que no necesariamente satisface estándares de excelencia para la formación de cuadros profesionales compatibles con las exigencias de un mercado globalizado.
- Carencia de políticas públicas y privadas que permitan consolidar cambios significativos en el tiempo. Falta de un dimensionamiento de los costos reales del

esfuerzo tecnológico. Capacidad instalada limitada y saturada por la demanda puntual en el sistema universitario nacional.

- Relación entre el sistema universitario y el medio externo productivo se mantiene, básicamente, a un nivel discursivo. Falta de compromisos sólidos y de claridad en los roles que las partes deberían desempeñar.
- Eventual falta de demanda por profesionales formados localmente en problemas de gran envergadura o tecnológicamente exigentes. Actualmente se observa en el país un incremento de servicios profesionales prestados por empresas de ingeniería europeas y americanas. Dependencia como sinónimo de globalización.

## ANÁLISIS DE LOS FACTORES INTERNOS

- **Unidad responsable y servicios ofrecidos**

- **Estructura de la Facultad**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas está estructurada en Departamentos y Centros para el desarrollo de sus actividades académicas y de servicios internos y externos. La estructura se complementa con la Escuela de Ingeniería y Ciencias responsable del pregrado (formación profesional) y la Escuela de Postgrado para los estudios de postítulo y postgrado propiamente tales. La administración central está encabezada por el Decano con la asesoría del Vicedecano, la Dirección Académica y Estudiantil, la Dirección Económica y Administrativa y la Dirección de Investigación.

Los Departamentos que forman parte de la Facultad son:

Astronomía	Ciencias de la Computación
Estudios Humanísticos	Física
Geofísica	Geología
Ingeniería Civil	Ingeniería Eléctrica
Ingeniería Industrial	Ingeniería Matemática
Ingeniería Mecánica	Ingeniería de Minas
Ingeniería Química	Química
Ingeniería de los Materiales (IDIEM).	

Los Centros de investigación FONDAPE son:

Centro de Modelamiento Matemático  
Centro de Ciencia de los Materiales

Los Centros de servicios que complementan las actividades de Facultad son:

Centro de Estudios Espaciales  
Centro de Computación  
Centro de Investigación y Aplicaciones Tecnológicas, CINAT  
Centro Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones, CENET

□ **Actividad docente**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas imparte docencia superior en Ingeniería y Geología. También lo hace en áreas interdisciplinarias como Biotecnología y Medio Ambiente y en otras netamente científicas como Astronomía, Física y Geofísica. Se cuenta con alrededor de 3500 alumnos de pregrado y 300 alumnos de postgrado actualmente matriculados.

La Escuela de Ingeniería y Ciencias es la unidad académica encargada de dirigir y administrar la docencia de pregrado. Actualmente, ofrece los siguientes grados y carreras profesionales:

- **Licenciaturas en Ciencias**
  - ◆ Mención Astronomía
  - ◆ Mención Física
  - ◆ Mención Geofísica
  - ◆ Mención Geología
  - ◆ Mención Química
  
- **Licenciaturas en Ciencias de la Ingeniería**
  - ◆ Mención Biotecnología
  - ◆ Mención Civil
  - ◆ Mención Industrial
  - ◆ Mención Matemática
  - ◆ Mención Mecánica
  - ◆ Mención Minas
  - ◆ Mención Química
  
- **Títulos Profesionales**
  - ◆ Ingeniero Civil en Biotecnología
  - ◆ Ingeniero Civil,
    - ✓ Mención Estructuras y Construcción;
    - ✓ Mención Hidráulica, Sanitaria y Ambiental;
    - ✓ Mención Transporte;
  - ◆ Ingeniero Civil en Computación
  - ◆ Ingeniero Civil Electricista
  - ◆ Ingeniero Civil Industrial
  - ◆ Ingeniero Civil en Materiales
  - ◆ Ingeniero Civil Matemático
  - ◆ Ingeniero Civil Mecánico
  - ◆ Ingeniero Civil en Minas
  - ◆ Ingeniero Civil Químico

La Escuela de Postgrado, cuyo objetivo principal es la formación de especialistas con conocimientos avanzados en ciencias puras y ciencias de la ingeniería que deseen orientarse tanto a la investigación y docencia como al ejercicio innovativo de la profesión, ofrece los siguientes programas:

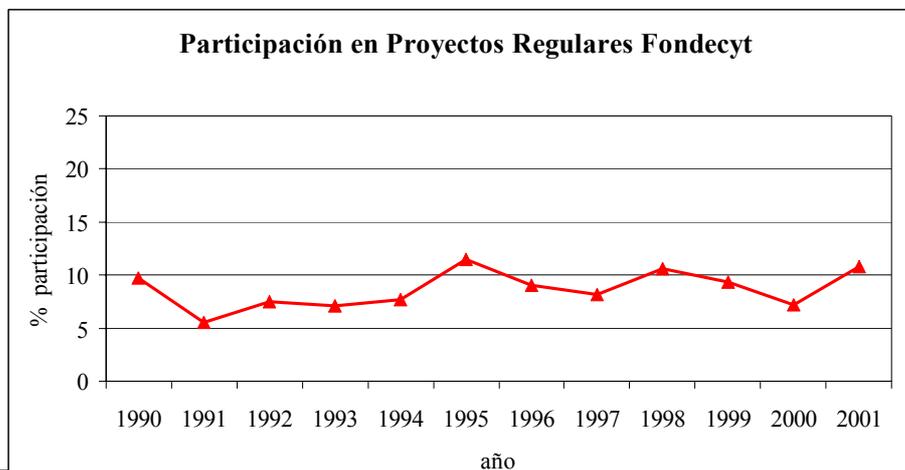
- **Postítulos**
  - ◆ Estrategia y Control de Gestión
  - ◆ Gestión de Empresas para Ingenieros
  - ◆ Preparación y Evaluación de Proyectos
  - ◆ Gerencia Pública
  - ◆ Medio Ambiente
  - ◆ Internetworking
  - ◆ Economía Minera
  - ◆ Medio Ambiente
  
- **Magister en Ciencias**
  - ◆ Mención Astronomía
  - ◆ Mención Computación
  - ◆ Mención Física
  - ◆ Mención Geofísica
  - ◆ Mención Geología
  - ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)
  
- **Magister en Ciencias de la Ingeniería**
  - ◆ Mención Ingeniería Biomédica
  - ◆ Mención Ingeniería Eléctrica
  - ◆ Mención Ingeniería Industrial
  - ◆ Mención Ingeniería Mecánica
  - ◆ Mención Ingeniería Química
  - ◆ Mención Ingeniería de Transporte
  - ◆ Mención Matemáticas Aplicadas
  - ◆ Mención Metalurgia Extractiva
  - ◆ Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico
  
- **Magister en Gestión y Políticas Públicas**
- **Magister en Gestión y Dirección de Empresas**
- **Magister en Gestión de Operaciones**
- **Magister en Economía Aplicada**
- **Magister en Minería**
  
- **Doctorado en Ciencias**
  - ◆ Mención Astronomía
  - ◆ Mención Computación
  - ◆ Mención Física (con Facultad de Ciencias)
  - ◆ Mención Geología
  - ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)
  
- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería**
  - ◆ Mención Automática
  - ◆ Mención Ciencia de los Materiales
  - ◆ Ingeniería Química
  - ◆ Modelación Matemática

➤ **Doctorado en Economía** (con Facultad de Economía)

□ **Actividad en investigación**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene por preocupación central el desarrollo de investigación en ciencias y tecnología, además de la formación de recurso humano del más alto nivel. Con un cuerpo que supera los 200 académicos jornada completa, se ha logrado un nivel de competencia reconocido en la institución y en el ámbito nacional e internacional. En la última década, el hecho que cinco académicos de la Facultad hayan recibido el Premio Nacional de Ciencias es una muestra de los estándares alcanzados.

La competitividad de la Facultad en investigación se manifiesta en su participación en diferentes fondos nacionales concursables. En el caso de Fondecyt, sólo la Facultad tiene una participación que actualmente se ubica en alrededor del 10% de todos los proyectos aprobados anualmente, como se indica en el gráfico adjunto.



Este número de proyectos corresponde a alrededor de un tercio de los proyectos aprobados por la Universidad de Chile. Claramente, si se considera sólo las áreas de competencia de la Facultad, las cifras indican una fuerte participación a nivel nacional.

En Fondef, la participación de la Facultad es también importante con 30 proyectos aprobados desde el inicio del programa en 1992. Recientemente, se han creado en la Facultad dos centros Fondap (de los tres vigentes en el país) en las áreas de Modelación Matemática y Ciencia de los Materiales.

La participación de unidades de Facultad en proyectos con instituciones del ámbito público y privado es también parte de las actividades realizadas sistemáticamente. Un ejemplo reciente fue la participación de un número importante de especialistas de Facultad en proyecto Y2K de Mideplán para evitar una posible catástrofe de los sistemas básicos del país frente a la incertidumbre informática generada por el cambio de milenio. Otros ejemplos incluyen la participación en el diseño de los esquemas de concesiones para el Ministerio de Obras Públicas, programas para el fortalecimiento e investigación en el área minera con Codelco y otras empresas del sector, desarrollo de una incubadora de empresas en el área informática con base Internet y la colaboración de Intec y empresas privadas, etc.

• **Recursos y capacidades desarrolladas**

□ **Personal y Estudiantes**

Las tablas siguientes dan una idea general de los alumnos de pre y postgrado y el cuerpo académico de la Facultad.

**Estudiantes**

	<b>Año 1997</b>	<b>Año 1998</b>	<b>Año 1999</b>	<b>Año 2000</b>	<b>Año 2001</b>
<b>PREGRADO</b>					
Matricula total	3380	3489	3571	3755	3730
Matrícula 1er año	532	558	565	567	565
PAA promedio 1er año	724,5	729,5	731,5	740,9	736,7
Titulados	336	570	706	673	234*
<b>POSTGRADO</b>					
Matricula total	225	307	357	400	312*
Graduados	34	48	40	104	41*

\*) Cifra del primer semestre año 2001

**Personal**

	<b>Año 1997</b>	<b>Año 1998</b>	<b>Año 1999</b>	<b>Año 2000</b>	<b>Año 2001</b>
<b>Total académicos</b>	625	609	614	599	585
<b>Total académicos J.C.E.*</b>	256	233	250	242	240
<b>Académicos J.C.**</b>	215	194	216	207	209
J.C. (Doctorado)	58%	65%	65%	72%	70%
J.C. (Magister)	13%	12%	9%	7%	7%
<b>J.C. (Título Profesional)</b>	29%	23%	26%	21%	23%

\*) J.C.E. Jornada Completa Equivalente base 44 horas semanales

\*\*\*) J.C. Académico con 22 o más horas semanales

□ **Recursos Materiales**

➤ Instalaciones

La Facultad ocupa una planta física de aproximadamente 75.000 m<sup>2</sup> de construcción, distribuidos en diversos edificios. En ellos se desarrollan las actividades lectivas, los laboratorios docentes y de investigación y se ubican las oficinas del personal. También forman parte de la Facultad el Observatorio Astronómico ubicado en el cerro Calán, el Centro de Estudios Espaciales de Peldehue y los laboratorios zonales del IDIEM en Arica y Concepción.

Se dispone de alrededor de 50 laboratorios, algunos de ellos dedicados exclusivamente a la docencia y otros a la investigación. Algunos de los laboratorios más importantes son: Laboratorio de Modelos Hidráulicos, Laboratorio de Microbiología del Agua, Laboratorio de Biotecnología, Laboratorio de Pruebas de Alta Tensión, Laboratorio de Mecánica de Rocas, Laboratorio de Termofluidos, Laboratorio de Metalurgia, Laboratorio de Vibraciones Mecánicas, Laboratorio de Hormigones y Estructuras, Laboratorio de Cristalografía, Laboratorio de Técnicas Especiales (Rayos X, Microscopía Electrónica, XPS), Laboratorio de Operaciones Unitarias, Laboratorio de Físico-Química, Laboratorios docentes de Química y Física, Laboratorio de Geotecnia, Laboratorio de Internetworking, Laboratorio de Cálculo Numérico, etc..

➤ Infraestructura computacional y de comunicaciones

Globalmente, el sistema se sustenta sobre una infraestructura computacional adecuada, con conexión ininterrumpida a las redes internacionales y con acceso local (campus) y facilidades de acceso remoto (casa). La Facultad ha sido pionera en el uso de las redes computacionales en el país y su aplicación en soluciones docentes y administrativas. Empezando con redes SNA, Novell, token-ring, ethernet, y luego evolucionando hacia los protocolos TCP-IP, ha integrado su red, a redes mundiales como la red UUCP y Bitnet, para luego disponer del primer enlace a Internet en Chile desde las dependencias del Centro de Computación.

La red troncal de Facultad ha ido evolucionando en forma paralela al desarrollo de las redes departamentales, empezando como un "Backbone" ethernet (a 10Mbps), para ya en el año 1992 dar paso a uno FDDI (de 100 Mbps), que durante este año ha sido transformado en una Red Troncal ATM (con enlaces de 155Mbps, basados en una matriz de 5Gbps, ampliable a enlaces de 622Mbps, con matriz de 10Mbps, en los mismos equipos), teniendo un soporte paralelo basado en FastEthernet (a 100Mbps, con matriz de 1.2Gbps).

Existen alrededor de 20 redes departamentales unidas mediante la red troncal, que soportan alrededor de un millar de equipos.

El Centro de Computación de la Facultad se ha encargado del desarrollo orgánico de la red troncal, adecuando la infraestructura a los requerimientos de las nuevas tecnologías, estando en condiciones de crear servicios basados en estas tecnologías como por ejemplo, el disponer de servidores de video en demanda.

- Algunas innovaciones docentes
- Nuevo programa de titulación de ingenieros

A fines del año 1997 se puso en vigencia en la Facultad un nuevo sistema de titulación de los ingenieros, destinado a hacer más eficiente este proceso de memorias de título de las carreras.

Para ello se estableció que los alumnos en sus dos últimos semestre de la carrera deben completar totalmente los requisitos de titulación : en el penúltimo semestre deben dedicar 4 UD (Unidades Docentes, u horas semanales de dedicación) a la identificación y preparación de un proyecto de titulación, el cual de ser aprobado por una comisión de trabajo de titulo, deberá materializarse y terminarse en el semestre siguiente dedicando 36 UD (40 horas semanales) bajo la supervisión de dicha comisión. Al término de este segundo semestre dicha Comisión evalúa el trabajo y lo aprueba o lo rechaza. En el primer caso, el alumno defiende su tesis y recibe su título, en tanto, en el segundo debe corregir y completar las observaciones dentro de un plazo breve prefijado, antes de defender la tesis. Con este sistema se está logrando acortar la duración de la carrera, pretendiéndose que ésta no exceda los 12 meses. Antes de implementarse este sistema, la duración de la carrera podía alcanzar a 16, 18 y 20 meses.

□ Programa de Modernización de la Biblioteca Central de Facultad

Desde la segunda parte de la década de los 80, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, dio inicio a diferentes estudios de diagnóstico que permitieran establecer el estado y perspectivas futuras de sus unidades de información. Dados estos estudios, la Facultad asumió la tarea de modernizar la infraestructura física y de recursos de información y sus servicios asociados. Para ello a partir de 1992, proveyó a través de diferentes fuentes de financiamiento, los recursos necesarios para la automatización de todos los procesos documentarios que incluyen un total de 150.000 volúmenes de documentos en diferentes soportes, habilitó 6.000 m<sup>2</sup> de superficie y equipo, esta superficie con 5.000 metros lineales de estantería de acceso directo, de 600 puestos de lectura y de 40 puntos de red de comunicaciones. Todos estos activos están evaluados en unos \$2.500 millones.

En la actualidad las colecciones están disponibles en red para toda la comunidad nacional e internacional dada las capacidades de las redes de comunicación que posee. La Facultad ha decidido que la información es uno de los elementos estratégicos básicos en el aprendizaje y generación de nuevo conocimiento en un mundo de gran velocidad de cambios, por tanto en esta particular oportunidad, ha decidido incluirla como herramienta interactiva en la modernización de sus procesos enseñanza-aprendizaje de los profesionales egresados de esta Facultad.

□ Plan de Fortalecimiento de Unidades Académicas

Este plan ha abarcado a los Departamentos de Ingeniería de Minas, Geología, Ingeniería Eléctrica e IDIEM. Como producto de este plan se han reorganizado y procedido al fortalecimiento de los cuadros académicos y se han establecido convenios a 3 o 5 años de duración con distintas empresas con el objetivo central de robustecer la docencia de pregrado, por medio de la modalidad de cátedras, particularmente en las carreras de ingeniería de minas, geología, ingeniería eléctrica e ingeniería civil.

Las cátedras consisten en actividades realizadas por grupos de profesores, orientadas hacia la docencia en clases, laboratorios, salidas a terreno o a la industria y equipamiento computacional menor, bibliografía etc., todos ellos focalizados en ciertos cursos o grupos específicos de cursos. Con los recursos de empresas se han financiados cátedras en minería como por ejemplo las siguientes:

- Cátedras Codelco en Tecnología Minera y Evaluación Yacimientos.
- Cátedra Enami en Pirometalurgia
- Cátedra El Abra en Hidro y Electrometalurgia

- Cátedra Doña Inés de Collahuasi en Procesamiento Minerales
- Cátedra Phelps Dodge en Geomecánica

Con el financiamiento de estas cátedras ha sido posible ir formando un nuevo grupo académico en ingeniería de minas, que cuentan con recursos por un período de 5 años cercano a US\$600.000 anuales. Además mediante un convenio con CODELCO se ha establecido un fondo para investigación, el cual destina US\$300.000 anuales a este propósito

En el Departamento de Ingeniería de Minas también se ha iniciado un plan de recuperación de alumnos por medio de becas financiadas con recursos internos y externos de la industria, lo que ha llevado a hacer crecer la masa estudiantil de aproximadamente 35 en 1995 a 80 en 1998, mejorando además la calidad de los alumnos que ingresan a la carrera.

### **OBJETIVOS ESTRATEGICOS**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas ha focalizado su quehacer para enfrentar lo que considera sus más importantes desafíos:

- modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado;
- potenciar sus programas de postgrado, principalmente a nivel de doctorado, para satisfacer una creciente demanda por personal altamente calificado en investigación y desarrollo tecnológico que el país requiere y que las políticas gubernamentales han declarado como prioritario. Lograr una creciente internacionalización de los programas con la aceptación y financiamiento de estudiantes extranjeros.

Por otra parte, estos desafíos se enmarcan dentro de un estado económico y financiero de la Universidad de Chile extremadamente restrictivo, porque los recursos que aporta el Estado y aquellos que provienen de los aranceles de los alumnos y de otras fuentes de financiamiento, son altamente insuficientes. Esta restricción resulta particularmente compleja si se piensa que la modernización exige realizar, en un muy breve plazo, inversiones cuantiosas en laboratorios y adquisición de equipos y tecnología computacional avanzada para la docencia y la investigación. En efecto, en nuestra Facultad la falta de recursos, que ha imposibilitado realizar inversiones por largo tiempo, ha conducido a la obsolescencia de una gran mayoría de las instalaciones y equipamiento experimental y de terreno, destinado a la docencia de pregrado en ingeniería, geofísica y geología. Inversiones en laboratorios como los de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Química, entre otros, datan de hace más de 30 años. Los mismos argumentos resultan claves para un desarrollo de los programas de doctorado, con las dificultades adicionales asociadas a la necesidad de disponer de fuentes de financiamiento para los alumnos de doctorado.

La situación arriba reseñada ha ido derivando imperceptible pero sostenidamente hacia una enseñanza cada vez más teórica, alejando paulatinamente a los alumnos de los laboratorios y de experiencias prácticas. En otras palabras, se ha ido imponiendo una enseñanza progresivamente más distante y divorciada de la realidad física, lo que estaría llevando a formar profesionales cada vez menos informados sobre los desafíos tecnológicos actuales y futuros, y de las herramientas y medios técnicos más modernos disponibles para enfrentarlos. Como consecuencia de este tipo de enseñanza, a los alumnos se les estaría forzando, de una manera inconsciente, a ser menos

creativos y a adquirir una mentalidad “anticuada”, poco proclive hacia el cambio y la innovación tecnológica. Es previsible que falencias de esta naturaleza hagan que nuestros profesionales requieran, una vez integrados al sector productivo, un reforzamiento importante por la vía de una capacitación costosa y larga. Esto es difícil en un ambiente con poca capacidad de creación e innovación tecnológica, como es en general la industria nacional. Por otro lado, puede suceder que dichos profesionales se incorporen a un sistema productivo poco innovativo y competitivo reforzándolo negativamente en esos atributos, con las consiguientes consecuencias adversas para el desarrollo del país.

## **ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION**

Conscientes de la responsabilidad que esta Facultad tiene en la formación del recurso humano indispensable para el desarrollo tecnológico del país, se ha definido y puesto en práctica en los últimos años un plan estratégico tendiente a su fortalecimiento académico en los planos docentes, de investigación y extensión, incluido en este último, la actividad de desarrollo y transferencia tecnológica de punta hacia el medio productivo nacional.

En sus primeras fases, el fortalecimiento académico ha sido focalizado en la renovación del cuerpo académico, particularmente en el grupo de los académicos de jornada completa. Esto significa contar, en la actualidad, con un cuerpo académico de alrededor de 200 jornadas completas y con edades que varían entre los 25 y los 65 años. Alrededor de 25 de estos académicos se encuentran realizando estudios doctorales en prestigiosas universidades en el extranjero o en proceso de iniciarlo. Además, el proceso de renovación contempla un programa adicional de formación que permitirá contar con 30 nuevos académicos, con doctorado, en un horizonte de 5 años. Estas acciones permiten mantener y más aún, mejorar la fortaleza académica ya reconocida de esta Facultad.

En forma paralela, la Facultad ha abordado de una manera sistemática y sostenida el mejoramiento de la docencia por la vía de incentivar a los profesores a participar e involucrarse más activamente en la docencia de pregrado en el Plan Común y en las carreras de ingeniería, geofísica y geología, habilitar una Biblioteca Central moderna y salas de clases bien equipadas en las nuevas dependencias de la Escuela de Ingeniería y dar apoyo a los alumnos y habilitar infraestructura para diversas actividades extraprogramáticas tales como recreacionales, deportivas y culturales. También se ha hecho un esfuerzo especial por divulgar a nivel de colegios de educación secundaria las actividades de la Facultad y las posibilidades que encontrarán aquí futuros alumnos, todo ello con el propósito de captar mejores egresados de la enseñanza media que se interesen en seguir estudios en las carreras y programas de postgrado que ella ofrece.

A medida que se ha avanzado en la puesta en práctica de este plan de desarrollo, ha quedado cada vez más patente la necesidad de emprender un plan de modernización en la enseñanza de pregrado y un fortalecimiento de los programas de doctorado. Cada vez surge con más fuerza la idea que la formación tecnológica en Chile se encuentra enfrentada al desafío de modernizarse de manera tal que conduzca a la formación de un profesional con mentalidad creativa e innovadora, acorde con el desarrollo tecnológico en el mediano plazo que deberá alcanzar el país. Existe consenso en la Facultad que para lograr esta meta se necesitan, a lo menos, los siguientes cuatro elementos básicos, de los cuales el primero ya se ha estado abordando en la Facultad con la reorganización de sus cuadros académicos de jornada completa:

- Masa crítica de académicos con formación de postgrado, nivel doctorado, que transmitan a los alumnos conocimientos y visiones modernas de cómo se encaran y resuelven

- importantes problemas tecnológicos actuales y futuros para el desarrollo del país;
- Infraestructura de laboratorios equipados con tecnología de última generación orientada a la medición de fenómenos y verificación y validación de modelos matemáticos que los representan;
- Innovación curricular y tecnológica para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje;
- Programas de postgrado agresivos temáticamente y con excelentes respaldos académicos, orientados a la creación de conocimiento y a la solución de problemas nacionales de envergadura, con reconocimiento local e internacional.

En el análisis interno de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se identifican las siguientes debilidades y fortalezas, con relación a la docencia de pregrado:

- Debilidades

- a) Problemas focalizados en la gestión de la docencia

- Excesiva duración nominal de los estudios.
- Excesiva duración real de los estudios.
- Falta de flexibilidad en las carreras.

- b) Problemas relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje.

- B1) De los Docentes

- Los profesores mayoritariamente no conocen las tecnologías actuales que permitirían remediar las deficiencias identificadas en el aprendizaje.
- Escaso uso de tecnologías en el aula y fuera de ella, que permitan utilizar software para apoyar actividades tales como: análisis, modelamiento matemático, simulación numérica, visualización, diseño, etc.
- Escasa disponibilidad de contenidos y material de apoyo para los cursos, que aprovechen las tecnologías anteriores.

- B2) De los estudiantes

- Los estudiantes tienen una insuficiente comprensión, retención y capacidad de utilización de los conceptos y métodos fundamentales de la ingeniería, lo que obliga a tener que repetir materias en cursos posteriores.
- Limitada capacidad de los estudiantes en la identificación, planteamiento y resolución de problemas.

- c) Problemas focalizados en la infraestructura

- Insuficiente acceso de los estudiantes a equipamiento computacional móvil de apoyo en forma ubicua e inalámbrica.
- Falta de elementos de apoyo para “aprender haciendo” en laboratorios virtuales (*learning by doing*).
- Escaso número de aulas y laboratorios con el equipamiento adecuado para hacer docencia con modelamiento matemático, simulación numérica, visualización y diseño en ingeniería, apoyadas en forma ubicua con software interactivo.

- Fortalezas

- Una de las principales fortalezas de la facultad es el nivel de excelencia de sus académicos y en el aporte que entrega a la docencia su alta productividad en investigación, la que por las debilidades o problemas anteriores no puede ser aprovechada totalmente como se esperaría en el aprendizaje de los estudiantes.
- Los académicos de la Facultad están insertos en redes académicas y profesionales a nivel mundial lo que permite que la docencia se enriquezca con una visión globalizada de los contenidos y formas de transmitir
- Los académicos han realizado muchas experiencias pioneras en el uso de infotecnologías para la enseñanza del análisis, el modelamiento matemático y de sistemas, la simulación y el diseño en ingeniería. También hay experiencias hechas en el desarrollo de contenidos para los cursos. Estas han permitido cambiar la forma en que se realiza el proceso enseñanza-aprendizaje en esas cátedras, haciendo posible que los estudiantes tengan mucho más cerca los conceptos y puedan interactuar con las herramientas. Sin embargo, esto se ha hecho como iniciativas aisladas y con muy pocos recursos por lo que estas experiencias pioneras no han podido tener un impacto masivo en la docencia de la Facultad.
- Otra fortaleza del pregrado de nuestra Facultad es la calidad intelectual de los alumnos que ingresan, registrándose en los últimos años un aumento sostenido del puntaje de ingreso de los alumnos nuevos. En la actualidad, prácticamente todos los alumnos que ingresan tienen 700 puntos o más.
- La Facultad está en el proceso de construcción de Laboratorios Integrados de Ingeniería, que son el de Fluodinámica y Procesos, el de Sólidos, Medios Particulados y Sistemas Estructurales, y el de Electrotecnologías (ver Anexo 5.3.1 Laboratorios Integrados de Ingeniería) los que permitirán en forma significativa cambiar la forma en que los estudiantes aprenden los conceptos fundamentales en ciencias básicas y de la ingeniería en estas áreas. Esta es una gran fortaleza en la formación en pregrado y el apoyo de infotecnologías solicitadas en este proyecto complementa estos laboratorios llegando al aula donde el proceso enseñanza-aprendizaje requiere un apoyo mucho que actualmente tiene el docente.
- Otra fortaleza de la Facultad es el Programa de Inglés integral para la formación del estudiante el que está en marcha desde este año (2001). Este programa está centrado en la expresión y comprensión oral, sin perjuicio de la lectura y escritura, y tiene como meta entregarle a los estudiantes un dominio del idioma inglés que les permita desenvolverse en un mundo globalizado donde el inglés es el idioma común.
- Los programas de Doctorado que ofrece la Facultad están todos acreditados. Esto es una gran fortaleza pues significa que los académicos vinculados a la docencia de esos programas, que son los mismos académicos responsables de gran parte de la docencia de pregrado, tienen un nivel académico de alta calidad.
- La Facultad cuenta con un excelente Departamento de Ciencias de la Computación, responsable de la docencia en las áreas de Computación e Informática y un Centro de Computación-CEC que da los servicios de desarrollo y mantenimiento de la red interna y provee conectividad a Internet. Ambos aseguran que, tanto la enseñanza en el desarrollo y uso de las herramientas computacionales como la operación de los servicios básicos de computación y comunicaciones, esenciales para plantear una estrategia de desarrollo basado en las tecnologías de la información, están bien cubiertos.