

## RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN DE POSTGRADO N° 699

### Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica Grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica

**Sede Santiago, jornada diurna, modalidad presencial  
Pontificia Universidad Católica de Chile**

En la 131.a sesión del Consejo de Acreditación del Área de Tecnología de la Agencia Acreditadora Colegio de Ingenieros de Chile S.A., Acredita CI, de fecha 25 de mayo de 2018, se acordó lo siguiente:

#### **VISTOS:**

- Lo dispuesto en la Ley 20.129 que establece un Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior y resolución exenta DJ 013-4 del 7 de noviembre de 2014 publicada en el Diario Oficial del 25 de noviembre de 2014, del Reglamento sobre funcionamiento, condiciones de operación y supervisión de Agencias de Acreditación junto al oficio del 16 de diciembre de 2014.
- La autorización de Acredita CI para actuar como Agencia Acreditadora, de fecha 13 de mayo de 2015 de la Comisión Nacional de Acreditación, CNA y el documento de Normas y Procedimientos para la Acreditación autorizado en ese mismo acto por la CNA.
- Los Criterios de Evaluación para Programas de Magíster Académico.
- El Formulario de Antecedentes presentado por el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- El Informe de Autoevaluación presentado por el programa.
- El Informe de Visita elaborado por los pares evaluadores que visitaron el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile, por encargo de Acredita CI.
- Las observaciones enviadas por el programa al informe de visita, y
- Los antecedentes analizados en la sesión N° 131, de fecha 25 de mayo de 2018 del Consejo de Acreditación del Área de Tecnología.

#### **TENIENDO PRESENTE:**

1. Que, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile, se sometió voluntariamente al proceso de acreditación de programas de magíster administrado por esta Agencia.
2. Que, dicho proceso cuenta con normas particulares para la acreditación de programas de magíster de carácter académico, autorizadas por la CNA.

3. Que, con fecha 6 de febrero de 2018, el Vicerrector Académico Sr. Juan Larraín Correa, representante legal de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Gerente General Sra. Jessica Pizarro Contreras, representante legal de Acredita CI S.A., firmaron el Contrato de Prestación de Servicios por la Acreditación del programa.
4. Que, con fecha 16 de febrero de 2018 el programa presentó a Acredita CI, el Formulario de Antecedentes del programa y su Informe de Autoevaluación.
5. Que, con fecha 13 de abril de 2018, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile fue visitado por un comité de dos pares evaluadores externos propuestos por Acredita CI y sometido a la consideración del programa.
6. Que, con fecha 24 de abril de 2018 el comité evaluador emitió un informe que señala las principales fortalezas y debilidades del programa, teniendo como parámetros de evaluación los Criterios de Evaluación para Programas de Magíster Académico y los propósitos declarados por el programa y la institución en la cual se imparte.
7. Que, con fecha 30 de abril de 2018, dicho Informe fue enviado al programa para su conocimiento.
8. Que, por comunicación del 15 de mayo de 2018, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile envió a la Agencia sus comentarios respecto del informe elaborado por el comité de pares evaluadores, los que fueron informados a dicho comité.

#### **CONSIDERANDO:**

- I. Que, del proceso de acreditación anterior, Resolución de Acreditación de Postgrado N° 608 del 14 de abril de 2014 emitida por la Comisión Nacional de Acreditación, y de las debilidades allí indicadas, se constata que:

14 de 15 los profesores del Claustro, 93%, satisfacen las orientaciones de productividad de la CNA, superándose la debilidad del proceso anterior, en que este indicador era del 46%. Por otro lado, el programa demuestra haber incorporado en su gestión las políticas de aseguramiento de la calidad establecidas a nivel institucional así como sus propios mecanismos para ello, evidencia de la superación de una debilidad asociada a la falta de estas políticas en su proceso de acreditación anterior.

En relación al tiempo de permanencia de los alumnos en el programa, o al tiempo que demoran en graduarse, el programa ha incorporado una serie de mecanismos

para mejorar este indicador, con resultados preliminares de mejora que se espera, se mantengan.

Sin embargo, se encuentra pendiente superar la debilidad asociada al seguimiento formal y sistemático de sus graduados con el objeto de realimentar el programa acerca de la pertinencia de su formación y las exigencias del medio científico disciplinario, información necesaria para validar el proceso formativo o introducir los ajustes que sean necesarios.

**II.** Que, del resultado del actual proceso evaluativo del programa, el nivel de cumplimiento de los criterios de evaluación, así como las fortalezas y las debilidades asociadas a cada uno, son los que se detalla a continuación:

**a) Definición conceptual**

El programa es una de las diez áreas de especialización que forman el Magíster en Ciencias de la Ingeniería que se dicta por la Escuela de Ingeniería, en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad, programa que nace como una alternativa académica que introduce a los alumnos con Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, al campo de la investigación científica y para que realicen *“estudios avanzados en una disciplina de la ingeniería e incluye como actividad formativa la realización de una tesis en un área específica”*. Los estudios avanzados se realizan en el área de la Ingeniería Estructural y Geotécnica. Es un programa de carácter académico.

Siendo requisito contar con la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, el programa favorece la articulación con el pregrado. Además, el programa entrega capacidades a los graduados para que puedan continuar estudios en el programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, en la misma Escuela.

**b) Contexto institucional**

La investigación es una actividad relevante en la Pontificia Universidad Católica de Chile y sustenta la formación de postgrado que ofrece. Los programas de magíster responden a las políticas supervisadas por la Vicerrectoría Académica, así como a la aplicación de mecanismos de aseguramiento de la calidad, incluyendo la acreditación externa, todo ello a través de una política institucional de acreditación de postgrado. La Comisión Académica de Magíster, propone a esta Vicerrectoría las políticas generales sobre este nivel de formación de postgrado, las que además fomentan la interdisciplinariedad y la innovación, en consistencia con los propósitos institucionales.

El Comité de Postgrado de la Escuela de Ingeniería es el responsable por la supervisión y definición de políticas comunes a las diez áreas de especialidad del Magíster en Ciencias de la Ingeniería. Este comité está encabezado por el Director de la Escuela de Ingeniería, quien lo preside. Este comité delega funciones en el Comité de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, que es liderado por el jefe de programa. El programa incorporó la figura del jefe de área para tareas de gestión

propias del área de especialidad de Ingeniería Estructural y Geotécnica, lo que ha permitido fortalecer la gestión y coordinación de las actividades ya que es el vínculo entre las autoridades del programa con los profesores y sus estudiantes. Las funciones del jefe de área están en proceso de formalización. Adicionalmente, existe personal no académico que ayuda en tareas administrativas.

Por lo tanto hay instancias sistemáticas para coordinar la gestión académica del programa y existen mecanismos de comunicación entre las autoridades del programa, los profesores, administrativos y los estudiantes, que facilitan su desarrollo. Dado que la figura del jefe de área está en proceso de formalización y es el jefe de área el actual nexo entre la Escuela y el programa, hay ajustes que introducir en los mecanismos de participación de los profesores en instancias de decisiones relacionadas con la gestión académica del programa.

### **Fortalezas**

El fomento desde la Institución para el desarrollo de la investigación en sus unidades académicas, con sólidas políticas que respaldan el desarrollo de los programas de magíster.

### **Debilidades**

Baja percepción de participación de parte de los académicos, en instancias de toma de decisiones relacionadas con la gestión académica del programa.

#### **c) Características y resultados del programa**

El Programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Área Estructural y Geotécnica tiene por objetivo iniciar al alumno en la formación en investigación en ciencias y tecnologías para la resolución de problemas de relevancia en alguna de las líneas de investigación que desarrollan los académicos del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica. El perfil de egreso está establecido con base al desarrollo de capacidades en los graduados. Al término del programa los graduados serán capaces de *“analizar problemas”*, *“modelar y experimentar situaciones complejas”*, y *“proponer soluciones innovadoras que los faculten para desempeñarse de manera competente en empresas e instituciones públicas y privadas, incluyendo el ámbito académico y de investigación”* en el área de la Ingeniería Estructural, Ingeniería Geotécnica y Geociencias para la cual ofrece las siguientes líneas de investigación: Ingeniería Estructural con cuatro sub-líneas, Ingeniería Geotécnica con tres sub-líneas y Geociencias con tres sub-líneas de investigación. Los propósitos del programa responden adecuadamente a un nivel de formación de magíster y hay consistencia entre sus objetivos y las capacidades del perfil de egreso con los propósitos institucionales y los alcances de las líneas de investigación del área.

Tal como está expresado, el perfil de egreso define las actividades académicas y formativas que espera lograr en los graduados, si bien no explicita conocimientos, habilidades y aptitudes explícitamente. Sin embargo, el programa se orienta a lograr las capacidades comprometidas en el perfil de egreso a través de las asignaturas y las líneas de investigación, las que se revisan sistemáticamente en

reuniones quincenales de los profesores miembros del Claustro, lo que respalda su actualización y pertinencia. Por otro lado, el sustento y desarrollo de las líneas está sólidamente respaldado por los profesores miembros del Claustro y las políticas que el área ha establecido para ello.

El programa tiene un sistema de admisión exigente, claro y reglamentado, que consiste en una serie de etapas de verificación donde un profesor supervisor acompaña al alumno. Los antecedentes de los postulantes son ponderados y existe una planilla para que el profesor que evalúa los antecedentes emita una valoración cualitativa sobre los antecedentes. El proceso de selección es transparente y se aplica consistentemente en el área, siendo finalmente el Comité de Postgrado de la Escuela quien decide la incorporación o rechazo del postulante. La tasa de aceptación de postulaciones ha sido históricamente del 88%.

Siendo mayoritaria la procedencia de los alumnos de la misma Institución por la articulación con el pregrado, en los últimos 10 años la tasa de alumnos extranjeros ha sido de un 20%, con un aumento sistemático en las últimas cohortes. Un 10% de los alumnos proviene de otras instituciones nacionales; lo que es evidencia de la diversificación del perfil de los estudiantes del programa.

El plan de estudios tiene una estructura flexible, en el cual el estudiante en conjunto con su profesor supervisor, establecen el plan de estudios en función de la tesis que el estudiante desarrollará pudiendo seleccionar de entre los 22 cursos del programa de disciplina y cursos de postgrado de otras áreas disciplinarias de la Escuela de Ingeniería, dependiendo de las necesidades de especialización y del tema de tesis. El plan de estudio es aprobado oficialmente por el Comité Académico y el jefe de programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería. En caso de ser necesario, el profesor supervisor determina que el estudiante curse asignaturas de pregrado para nivelación.

El plan de estudios es de cuatro semestres y tiene una carga académica de 150 créditos UC, equivalentes a 90 SCT, que se distribuyen como mínimo en 80 créditos de asignaturas y 70 para el desarrollo de la tesis o investigación como actividad de graduación. El conjunto de cursos que sustentan el plan de estudios del programa, están asociados principalmente al Área de Ingeniería Estructural y Geotécnica, los que se relacionan directamente con alguna de las sub-líneas de investigación del Programa: i) Mecánica aplicada y computacional; ii) Dinámica estructural; iii) Diseño estructural; iv) Ingeniería sísmica; v) Ingeniería geotécnica sísmica; vi) Caracterización y modelamiento de geomateriales; vii) Geodinámica Andina; viii) Sistemas tectonomagmático-hidrotermales, y ix) Neotectónica y sismotectónica.

El programa cuenta con mecanismos de actualización y evaluación de la pertinencia de los cursos ofrecidos. Siendo responsabilidad del jefe de área, participa activamente en esta actividad la Dirección de Educación en Ingeniería de la Escuela en Ingeniería siendo un apoyo sistemático y transversal a la labor académica. Entre las mediciones, se revisa la carga académica de los estudiantes.

El programa cuenta con normativa clara acerca de la convalidación de cursos. Se resguarda que exista una permanencia mínima de los estudiantes de dos semestres en el programa.

Existe una política de apoyo a los profesores y experiencias piloto de nuevos esquemas de aprendizaje. Los docentes realizan el Diplomado en Docencia Universitaria. Los cursos contemplan el desarrollo de un trabajo práctico para fortalecer las capacidades de diseño y evaluación de proyectos en los alumnos, fomentando el uso y aplicación de tecnologías, desarrollo de talleres de laboratorios computacionales aplicados a casos específicos y salidas a terreno; todo ello es coherente con el perfil de egreso y las capacidades a lograr por los alumnos que allí se definen.

Las normas de la actividad de graduación están claramente establecidas y son conocidas por los estudiantes y profesores. La tesis es una actividad de creación o investigación a través de la cual el programa se asegura de que el estudiante, individualmente, logra los objetivos propuestos, así como alcanza las capacidades comprometidas en el perfil de egreso.

A través de la Dirección de Análisis Institucional y Planificación, unidad que recopila, analiza y difunde información estadística e indicadores académicos, junto con la Subdirección de Asuntos Estudiantiles, hay apoyo a la gestión y toma de decisiones del programa en materia de progresión de los alumnos. El programa también dispone de información en línea mediante plataformas informáticas, información que es utilizada por profesores y supervisores en el seguimiento del desempeño de los alumnos. Además, la progresión académica de los estudiantes es revisada semestralmente por la dirección del programa. De las cohortes 2008 a 2017 un 11% de los alumnos ha desertado. La deserción no es significativa, evidencia de las acciones que ha implementado el programa. Por otro lado, de las cohortes 2008 a 2015, un 85% de los estudiantes se ha graduado.

En relación a la permanencia de los estudiantes en el programa, se observa que de 33,9 meses que tardaban en graduarse en las cohortes previas al año 2014, hay una disminución de tiempo, alcanzando al día de hoy a 31 meses. De la cohorte 2014 sólo 1 alumno se encuentra en ciclo final y de la cohorte 2015, un 23% de los estudiantes. Se espera que este indicador continúe disminuyendo.

El programa fomenta el que los estudiantes publiquen resultados de sus tesis, lo que se premia con la opción de graduarse con distinción máxima si el estudiante envió un artículo a evaluación en una revista indexada en WoS ex ISI. El programa hace seguimiento de los resultados de publicación de los artículos. A la fecha, el programa cuenta con 36 publicaciones en los últimos 5 años, con la participación de 44 estudiantes, equivalente a un 68% de los graduados en igual periodo, evidencia de la calidad y logro de los objetivos del programa.

Respecto del seguimiento de los graduados, institucionalmente se realizan encuestas que recogen la opinión de los graduados sobre la formación recibida. El

Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica no ha hecho un seguimiento de los graduados para fortalecer su propio desempeño. Existen iniciativas para actualizar sus antecedentes, pero que a la fecha no se han consolidado. En cualquier caso, el seguimiento debe orientarse preferentemente a contar con antecedentes desde los graduados de la pertinencia de la formación recibida respecto de las exigencias del medio científico disciplinario correspondiente y los requerimientos de adecuación que puedan surgir en el tiempo, tal como establecen los criterios de evaluación, como evidencia importante del resultado del proceso formativo. La relación con los graduados del programa no ha tenido este foco. Esta es una debilidad que se mantiene del proceso de acreditación anterior.

### **Fortalezas**

Líneas de investigación consolidadas, actualizadas y pertinentes, que se sustentan adecuadamente en el Claustro académico.

El mejoramiento de los indicadores de resultados, tales como la elevada tasa de graduación y la baja tasa de deserción, dan cuenta de una gestión eficiente en apoyo al progreso de los estudiantes.

El mecanismo que fomenta las publicaciones en revistas científicas que resultan de las tesis de los estudiantes, y que ha generado una respuesta positiva, con un 68% de artículos publicados.

El 68% de tesis publicadas en revistas de corriente principal, como evidencia de la calidad de la formación y del resultado del programa.

### **Debilidades**

No se constata que el programa haya utilizado información de seguimiento de los graduados para fortalecer o asegurar su propio desempeño. El seguimiento entrega evidencia de antecedentes desde los graduados de la pertinencia de la formación recibida respecto de las exigencias del medio científico disciplinario correspondiente y los requerimientos de adecuación que puedan surgir en el tiempo, lo que no ha sido el foco en la relación con graduados que mantiene el programa.

#### **d) Cuerpo académico**

El cuerpo académico tiene una formación y trayectoria en investigación adecuada para apoyar el proceso formativo de los estudiantes. Es consistente con los requerimientos de un programa de magíster de carácter académico. El Claustro está compuesto por 15 profesores, todos con formación de doctorado. Existen tres profesores colaboradores, de los cuales uno tiene el grado de doctor, otro proviene del ámbito profesional y el tercero es profesor emérito de la Institución. Existe y se aplica una política de renovación y desarrollo de la planta académica en el área.

Todos los profesores del Claustro desarrollan investigación en las líneas del programa; en los últimos cinco años todos cuentan publicaciones indexadas en ISI

y 14 de ellos han sido investigadores responsables de proyectos con financiamiento FONDECYT o de similar nivel. De las orientaciones de productividad de la CNA, 14 de los 15 profesores del Claustro las satisfacen, lo que corresponde a un 93%.

La incorporación de los profesores al programa está reglamentada y las normas se aplican consistentemente. El comité de postgrado es el que selecciona a los profesores que desean incorporarse al cuerpo académico, teniendo como requisito el que se encuentren en la categoría de profesor asistente.

Todos los profesores del Claustro están habilitados para dirigir tesis. La gran mayoría de los profesores han guiado tesis en el programa. La incorporación de profesores jóvenes ha generado una mayor distribución de las mismas.

Se aplica a los estudiantes una encuesta de medio semestre sobre el desarrollo de sus asignaturas, lo que permite a los profesores una realimentación temprana en las asignaturas que dictan. Al finalizar cada semestre, se aplica a los estudiantes la encuesta docente. Ambas encuestas les permite a los profesores hacer adecuaciones a sus asignaturas en caso de ser necesario y a los estudiantes expresar sugerencias sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Dirección de Postgrado analiza los resultados de la evaluación docente y se los comunica a los profesores, para que establezcan mejoras en caso de ser necesario.

### **Fortalezas**

Los integrantes del Claustro del programa tienen una trayectoria académica destacada tanto a nivel nacional como internacional, que se ve respaldada por una productividad científica relevante en sus respectivas líneas de desarrollo y por proyectos de investigación, entre otros. Se reconoce la implementación de políticas de renovación académica que aseguran proyección en el tiempo del programa.

### **Debilidades**

No hay debilidades relevantes en este criterio.

#### **e) Recursos de apoyo**

El programa dispone, a través del Departamento, de infraestructura en salas de clases, de computación, redes, softwares, oficinas, bibliotecas, laboratorios, etc., de alta calidad para realizar la docencia e investigación. Esta situación es valorada por los estudiantes y graduados quienes tienen un fuerte sentido de pertenencia con el programa y la Institución.

Existen mecanismos de exención de arancel, acceso a becas internas, apoyo para postulación a becas Conicyt, que son para los alumnos. Algunos de estos mecanismos garantizan el acceso de estudiantes meritorios al programa. Estos mecanismos son consistentes con los objetivos del programa.

Fuerte política de vinculación con el medio de la Escuela y a su vez, desde la Institución. Esta vinculación es formal con instituciones de educación superior

nacionales e internacionales y a nivel nacional también es una relación formal a través de la participación de los académicos en una serie de actividades profesionales de relevancia relacionadas con sus propias líneas de investigación. Esta red de contactos permite que los estudiantes y graduados tengan acceso y participen de experiencias de investigación y en congresos de especialidad a nivel nacional y en el extranjero. El programa ha beneficiado con la participación en estas actividades a 147 alumnos entre los años 2012 a 2017.

#### **Fortalezas**

El programa dispone, a través del Departamento, de una excelente infraestructura para el desarrollo de la docencia e investigación, lo que es valorado por los estudiantes y graduados.

Las políticas de vinculación con el medio en actividades del área a nivel nacional e internacional que fomentan la participación de alumnos, graduados y profesores del programa.

#### **Debilidades**

No hay debilidades relevantes en este criterio.

#### **f) Capacidad de autorregulación**

El Departamento Ingeniería Estructural y Geotécnica ha implementado una Unidad de Gestión de Proyectos, que tiene entre sus responsabilidades el monitoreo y evaluación del cumplimiento del Plan Estratégico de Desarrollo del Departamento y del Plan de Desarrollo del Programa a través de procesos de autoevaluación. Se valora esta iniciativa como una efectiva medida de aseguramiento de la calidad, que no estaba presente en el proceso de acreditación anterior.

El programa ha llevado a cabo un proceso permanente de mejora implementando mecanismos de apoyo eficaces y sistemáticos para la gestión administrativa y académica, con resultados de mejora en las tasas de matrícula de alumnos extranjeros, las bajas tasas de deserción, elevada tasa de graduación, entre otros. En relación al proceso de acreditación anterior, aún está pendiente el fortalecimiento del programa a partir de las actividades de seguimiento de los graduados, ya que no se cuenta con evidencia de ello.

#### **Fortalezas**

El fortalecimiento de las políticas para asegurar la calidad del proceso formativo, a través de la incorporación de la Unidad de Gestión de Proyectos y el positivo impacto que esta política demuestra en la gestión académica y de administración del programa.

#### **Debilidades**

El programa no ha considerado la información relativa al seguimiento de los graduados, a fin de contar con toda la evidencia necesaria para su autorregulación.

### III. SE ACUERDA

El Consejo de Acreditación del Área de Tecnología de Acredita CI **ACUERDA**:

- a) Que, analizados la totalidad de los antecedentes reunidos durante el proceso de evaluación, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile cumple con los criterios de evaluación definidos para la acreditación.
- b) Que, conforme al marco legal vigente, se acredita el Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile, en su sede Santiago, jornada diurna, modalidad presencial, por un plazo de 8 (ocho) años, período que se inicia el 25 de mayo de 2018 y culmina el 25 de mayo 2026.
- c) Que, transcurrido el plazo de 8 años, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile podrá someterse a un nuevo proceso de acreditación, en cuyo caso serán especialmente consideradas las observaciones y recomendaciones transmitidas por este Consejo.
- d) Que, durante la vigencia de la acreditación, el programa deberá informar a la CNA acerca de los cambios sustantivos que se produzcan, tales como: modificaciones en su nombre y en su definición, la apertura de menciones, el desarrollo de nuevas modalidades de enseñanza, cambios en los responsables de dictar el programa, convenios con otras instituciones.

La Institución podrá interponer un recurso de reposición del juicio de acreditación ante este Consejo, para lo cual cuenta con 10 días hábiles desde la notificación de esta Resolución.

Para el siguiente proceso, el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área Ingeniería Estructural y Geotécnica impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile, deberá presentar un nuevo informe de autoevaluación y la documentación correspondiente, al menos 120 días antes del vencimiento de la acreditación.

  
**ALFREDO GORDON STRASSER**  
Presidente (S) del Consejo de Acreditación del Área de Tecnología

  
**JESSICA PIZARRO CONTRERAS**  
Representante Legal de Acredita CI S.A.