



Creación del Título

PROFESIONAL DE GEOFÍSICO(A)

CON MENCIONES ATMÓSFERA Y TIERRA SÓLIDA

2021

“Geofísica /a una nueva carrera para contribuir al desarrollo de energías renovables y un crecimiento sustentable y resiliente de Chile”

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	6
<i>A1. Datos generales</i>	6
<i>A.1.1 Unidad Académica</i>	6
<i>A.1.2 Nombre del Programa</i>	6
<i>A.1.3 Grado Académico</i>	6
<i>A.1.4 Título Profesional</i>	6
<i>A.1.5 Menciones</i>	6
<i>A.1.6 Certificación</i>	6
<i>A.1.7 Duración de la carrera</i>	6
B. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA/CARRERA	7
<i>B.1 Justificación de la propuesta desde la dimensión de los desafíos sociales del país</i>	7
<i>B.2 Justificación de la propuesta desde la dimensión de la política pública</i>	8
<i>B.3 Justificación de la propuesta desde la dimensión de contexto interno</i>	9
<i>B.4 Justificación de la propuesta desde la dimensión de los referentes y experiencias nacionales e internacionales</i>	12
<i>B.5 Justificación de la propuesta desde la dimensión del estado del arte de la disciplina.</i>	13
<i>B.6 Justificación de la propuesta desde la dimensión de los desafíos laborales y de la profesión.</i>	14
<i>B.7 Síntesis de compromisos formativos</i>	20
C. PLAN DE FORMACIÓN	25
<i>C1. Perfil de Egreso</i>	25
<i>C2. Referencial de Competencias</i>	26
<i>C3. Malla de Asignaturas</i>	27
<i>C4. Créditos Transferibles</i>	34
<i>C5. Articulación entre el pre y el posgrado</i>	35
<i>C6. Movilidad Estudiantil</i>	35
<i>C7. Certificación Intermedia y/o Complementaria</i>	36
<i>C8. Requisitos de Graduación y/o Titulación</i>	36
<i>C9. Énfasis formativos de la propuesta curricular</i>	37

D. DIRECTIVOS, ACADÉMICOS Y PERSONAL DE APOYO	38
<i>D1. Directivos del nuevo programa de estudios</i>	38
<i>D2. Académicos comprometidos para ejercer docencia</i>	39
<i>D3. Perfil de los académicos que se contratarán para completar el desarrollo del programa hasta su término.</i>	39
<i>D4. Fundamentación de la idoneidad del cuerpo directivo y académico.</i>	45
<i>D5. Personal de Apoyo</i>	46
E. ADMISIÓN	47
<i>E1. Perfil de Ingreso</i>	47
<i>E2. Requisitos de admisión</i>	48
<i>E3. Número de Vacantes</i>	49
F. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO	50
G. PROPUESTA DE REGLAMENTO Y PLAN DE FORMACIÓN	58
H. ANEXOS	59
<i>Anexo 1</i>	60
<i>Matrices de tributación</i>	62
<i>Anexo 2</i>	64
<i>Anexo 3</i>	157

A. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Introducción

Uno de los desafíos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, en su rol de universidad pública, es formar profesionales de Ciencias de la Tierra que aborden y ayuden a enfrentar y resolver desafíos actuales y futuros del país. La Geofísica, como disciplina, ha estado en el quehacer de la Universidad de Chile desde su fundación, distinguiéndose importantes científicos como Don Ignacio Domeyko, rector que cumplió un rol fundamental para el desarrollo de esta disciplina en Chile. Domeyko impulsó el desarrollo de las Ciencias de la Tierra, entre ellas, la sismología y la meteorología (incluyendo elementos de la química atmosférica), estableciendo, entre otros, sistemas de observación nacionales que subsisten hasta hoy. El cultivo de la geofísica sigue siendo una disciplina clave para enfrentar los desafíos de Chile y sus habitantes, particularmente en vista de la vulnerabilidad de nuestro territorio y su gente ante su sismicidad, vulcanismo y cambio y variabilidad climáticos. Además, permite abordar de modo sistémico y sostenible los desafíos científicos y tecnológicos de la prospección de minerales, fuentes de energía o el desarrollo y seguimiento (monitoreo) de ciudades sostenibles.

El Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas cuenta con una amplia experiencia para el desarrollo del acervo científico de la Universidad, así como con una reconocida experiencia docente y de extensión, destacando por su propuesta formativa tanto en la Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica, como en el magíster en Ciencias, mención Geofísica y el de Meteorología y Climatología. En este contexto, el Departamento consciente de su rol formativo, recaba información, mediante un estudio de mercado, a fin de determinar la factibilidad de éxito y empleabilidad dentro de la industria (privada o pública) para un futuro profesional con título de Geofísico/a de la Universidad de Chile, indagando sobre las funciones requeridas y valoradas por las empresas de los rubros donde son contratados expertos del área de la geofísica. La propuesta de carrera, que se presenta a las autoridades de la Facultad y la Universidad, considera una revisión de antecedentes relevantes en los ámbitos internos del funcionamiento de la actual licenciatura que forma parte de la Facultad; de la realidad de los ex alumnos, de su experiencia laboral; de la opinión de empleadores y un análisis de carreras de similares características.

El Departamento, consciente de su necesaria contribución al país, considera estratégico proponer la creación de la carrera de Geofísica para formar profesionales geofísicos, capaces de integrarse al quehacer nacional e internacional, al poder, por ejemplo, modelar cuantitativamente, caracterizar y cuantificar procesos geofísicos; realizar prospección de los llamados recursos naturales; diseñar, evaluar y gestionar proyectos geofísicos, ya sea con énfasis en problemas asociados a Tierra Sólida o Atmósfera, en un contexto de desarrollo sostenible.

En consecuencia, se solicita por parte del Departamento la creación del Título profesional de Geofísico o Geofísica, como continuidad a la Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica, impartida por el D.U. N°0050238 de 03.12.2018, que aprueba los Nuevos Plan de Formación de las Licenciaturas y Carreras Profesionales impartidas por la FCFM. Del mismo modo, esto considera la modificación al Título XVIII del mencionado decreto.

Por tanto la licenciatura, en implementación, es conducente al título profesional, dado que fue ajustada en su rediseño considerando las habilidades profesionales.

A.1. Datos Generales

A.1.1 Unidad Académica

Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

A.1.2 Nombre del Programa

Geofísica

A.1.3 Grado Académico

Licenciado(a) en Ciencias, mención Geofísica.

Esta licenciatura corresponde a una licenciatura conducente al título profesional.

A.1.4 Título Profesional

Geofísico

Geofísica

A.1.5 Menciones

De la carrera: Mención Tierra Sólida.

Mención Atmósfera.

De la Licenciatura: No aplica

A.1.6 Duración de la carrera

08 semestres para la obtención de la Licenciatura.

10 semestres para la obtención del Título.

B. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA/CARRERA

B1. Justificación de la propuesta desde la dimensión de los desafíos sociales del país.

Antecedentes:

Chile es un país expuesto a fenómenos naturales extremos tales como terremotos, erupciones volcánicas, exceso o déficit de precipitaciones, los que regularmente afectan a nuestro país y a sus habitantes. Lo anterior supone, a nivel de responsabilidad país e instituciones, grandes desafíos respecto de una planificación territorial adecuada, con la consecuente consolidación de organismos de alerta temprana y de gestión del riesgo frente a emergencias, ya sea a nivel del cuidado de la población y del desarrollo de políticas públicas que trasciendan en el tiempo y que redunden en avances en el quehacer científico. Asimismo, el uso de los recursos naturales hoy en día representa nuevos desafíos asociados al desarrollo de tecnología, su uso sustentable y sostenible con el medio ambiente.

Nuestro país es uno de los países más sísmicos del mundo, donde grandes terremotos ocurren con regularidad. Los terremotos de Maule 2010, Mw 8.8; Iquique 2014, Mw 8.2 e Illapel 2015 Mw 8.3, se encuentran en el selecto grupo de todos los terremotos del mundo con más de 100 trabajos científicos (Agnew, D. C. 2020. *Celebrity Earthquakes*, *Seismol. Res. Lett.*, doi: 10.1785/0220200329). Este antecedente da cuenta del interés global por los eventos extremos sísmicos que ocurren en Chile. Este tipo de eventos únicos en el mundo requiere de estudios y preparación especial que debe ser desarrollada para su uso en planificación territorial, sistemas de alerta y conocimiento científico. Otras áreas de relevancia en las que el Departamento ha estado trabajando son variabilidad y cambio climático, así como geofísica aplicada.

Por ejemplo, en el contexto de subducción en el que se encuentra Chile, se puede afirmar que se

genera no solamente una abundante actividad sísmica, sino también volcánica. De acuerdo con el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), en nuestro país hay al menos 90 volcanes considerados geológicamente activos distribuidos a lo largo del territorio. Si bien desde las geociencias entendemos a grandes rasgos por qué y dónde existen los volcanes, cómo se genera y evoluciona el magma que alimenta a un volcán, y cómo este magma que entra en erupción se distribuye sobre la superficie de la Tierra, nuestra comprensión es incompleta y surgen preguntas sobre varios aspectos de los volcanes de Chile: ¿qué procesos inician las erupciones? ¿Qué tan rápido sube el magma a la superficie? ¿Qué tipos de actividad son precursores de una erupción? ¿Qué volcanes tienen más probabilidades de entrar en erupción en las próximas décadas? Estas preguntas no son nuevas, ni exclusivas de Chile, y fueron formuladas por las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de los Estados Unidos de América en 2017 (*Erupciones volcánicas y su reposo, disturbios, precursores y tiempos*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24650>). Para poder responder estas preguntas, es imprescindible aumentar la cantidad de geofísicos y geofísicas trabajando en estos temas.

En cuanto a la variabilidad y el cambio climático, enfrentar el cambio climático antrópico significa abordar cambios transformacionales, rápidos y sin precedentes, para nuestras sociedades (e.g., Masson-Delmotte et al, 2018), lo que a su vez requiere y requerirá de la formación de profesionales competentes y capaces de proveer herramientas de diagnóstico y pronóstico para caracterizar las transiciones derivadas de las acciones de adaptación y mitigación y contribuir a la caracterización del riesgo climático (Abram et al, 2019). Las mismas incluyen, entre otros, el pronóstico del tiempo y las proyecciones climáticas (incluyendo la química atmosférica), de eventos extremos, el seguimiento cuantitativo de

los cambios a través de modelos y observaciones instrumentales, tanto in situ como remotos, así como técnicas de atribución numéricas y estadísticas (ciencia de datos). Todo en el contexto de sistemas complejos y de acciones de prevención, adaptación y mitigación como las comprometidas por Chile bajo la Convención Marco de Cambio Climático y aquellas que emerjan en el futuro próximo.

Por otra parte, la necesidad de contar con más profesionales de la geofísica no sólo se fundamenta en prepararnos para conocer mejor nuestro entorno, sino también en identificar y aprovechar de mejor manera los abundantes recursos naturales con los que contamos. En ese sentido, la geofísica cumple un rol fundamental en la exploración de estos recursos, ya sean energéticos, minerales o hídricos. La formación de nuevos profesionales en estas áreas es muy relevante, no sólo para continuar con estas labores de gran importancia para nuestro país, sino también para mantener actualizado el trabajo geofísico de exploración en Chile, en cuanto a técnicas, herramientas y tecnología en estas materias.

Por las razones antes mencionadas, que hacen de Chile un país con singularidades únicas, es que la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas aporta al país con la creación de la carrera de Geofísica. El y la egresado/a de esta carrera desde su ámbito disciplinar y con un enfoque científico-tecnológico riguroso, pueden aportar, a través de sus conocimientos y habilidades para explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica de nuestro planeta y resolver problemas geofísicos, a través de la generación y aplicación de modelos cuantitativos físico-matemáticos con los cuales interpretar, con rigurosidad científica, críticamente sus resultados, en un contexto de incertidumbre, considerando variables de diversa índole así como viabilidad socioeconómica, ética y ambiental en las propuestas de solución.

A nivel preliminar, es posible señalar que el estudio de Mercado realizado por Mori (*ver anexo 3*) y que será analizado más adelante en esta presentación, da cuenta de que este nuevo profesional podrá desempeñarse tanto en el sector público

como privado, en diversas áreas como la minería, energía y recursos naturales, entre otros, proponiendo soluciones a problemáticas que afectan y hacen vulnerables a la sociedad.

B2. Justificación de la propuesta desde la dimensión de la política pública.

Tal como se ha señalado, Chile es un país expuesto a una serie de fenómenos naturales (terremotos, erupciones volcánicas, tornados y sequías entre otros); esto exige, a nivel país y de instituciones, grandes desafíos respecto de una planificación territorial adecuada, con la consecuente consolidación de organismos de alerta temprana y de gestión del riesgo frente a emergencias. La preparación y conocimientos del Geofísico/a de la Universidad de Chile son pilares necesarios para afrontar de manera profesional, como ya se ha señalado, desafíos y aspectos que inciden en la percepción, exposición y vulnerabilidad de la sociedad, con el fin de explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica de nuestro planeta, proponiendo así soluciones sustentables a problemas geofísicos de variada naturaleza.

De esta forma, el/la geofísico/a de la Universidad de Chile puede aportar con sus conocimientos en organismos públicos como ONEMI o SERNA-GEOMIN, que se encargan de informar sobre la ocurrencia de fenómenos naturales como terremotos, maremotos y erupciones volcánicas y de tomar medidas adecuadas para minimizar el impacto de estos eventos en la sociedad.

A nivel de políticas energéticas, el documento Energía 2050 generado por el Ministerio de Energía de Chile (www.energía2050.cl), fija como una de sus metas el que al menos el 70% de la generación eléctrica nacional provenga de energías renovables hacia el año 2050. Para lograr esto, la generación eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles debe comenzar a cambiarse en el corto plazo por el uso de energías renovables como la eólica, la solar, la geotermal e hídrica. La exploración energética permite el análisis de factibilidad de diferentes lugares del país para la generación energética mediante estas fuentes;

este es un trabajo que este profesional de la Universidad de Chile puede afrontar, dada su formación, y la capacidad de trabajar conjuntamente con diversos profesionales de las ingenierías y de las Ciencias de la Tierra.

El escenario de escasez hídrica en un proceso de mega-sequía que afecta a la zona central de Chile desde hace una década hace necesario el reconocimiento y caracterización del recurso hídrico existente bajo la superficie, algo que en la actualidad no se conoce con certeza, analizando sus variaciones geográficas y temporales. Para llevar adelante esta labor, en las instituciones privadas y públicas correspondientes, los conocimientos y herramientas con las que cuenta este profesional de la Universidad de Chile serán clave para conocer más sobre el recurso hídrico de nuestro territorio y las posibilidades de uso factibles en el corto, mediano y largo plazo.

Por último, al ser Chile un país cuya economía se sustenta fuertemente en la minería, es importante destacar el trabajo que puede realizar el Geofísico/a de la Universidad de Chile en la exploración de recursos minerales, pudiendo caracterizar y cuantificar la existencia de estos recursos en forma indirecta, lo que incide en la planificación de procesos mineros y en la posterior explotación de estos recursos.

En este contexto, el nuevo programa de carácter profesional aporta a la superación de esos nudos críticos, a partir de una formación de futuros/as titulados con conocimientos técnico-disciplinarios, que complementan el quehacer de otros profesionales, trabajando, por ejemplo, en agencias estatales (como geólogos e ingenieros de diferentes especialidades), cuyo rol es buscar soluciones para la minimización de daños hacia la sociedad.

B3. Justificación de la propuesta desde la dimensión de contexto interno.

Antecedentes:

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) nace junto con la Universidad de Chile, en el año 1842. En este contexto, Andrés Bello,

el primer rector de la Universidad, solicita al ingeniero español, Andrés Antonio Gorbea, hacerse cargo de la dirección de esta nueva Facultad. La enseñanza de la ingeniería se organizó y se comenzaron a impartir las especialidades de Ingeniero Geógrafo, Ingeniero de Minas, Ingeniero de Puentes y Caminos y también Arquitectura (carrera que se independizó de la FCFM en 1944).

Con la creación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en 1939 y de grandes empresas públicas en los años 40, la Facultad debió adaptar las Escuelas de Ingeniería a la nueva realidad tecnológica nacional.

Durante la segunda mitad del siglo XX, la FCFM consolida su liderazgo en la formación de ingenieros/as y científicos/as, contribuyendo al desarrollo del país en áreas como la electrificación, el agua potable, obras civiles de gran envergadura, el transporte y las telecomunicaciones.

Como una forma de responder a los desafíos, a partir de los años 60 y hasta la década del 90 se crearon nuevas carreras como Ingeniería Civil en Matemáticas, en Computación y finalmente, en Biotecnología.

Actualmente, la facultad como institución de educación superior está abocada al desarrollo de las ciencias básicas, las ciencias de la ingeniería y las aplicaciones tecnológicas. Actualmente, ofrece la carrera de Ingeniería Civil en nueve especialidades, Geología, tres licenciaturas en ciencias, 11 doctorados, 23 magísteres y 38 diplomas de postítulo.

En cuanto a la historia e importancia de la Geofísica dentro de la Facultad, se puede señalar que el Departamento de Geofísica (DGF) cuenta con una tradición de más de 50 años. La Licenciatura en Ciencias mención Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile está íntimamente unida a la existencia del programa de Magíster en Ciencias mención Geofísica, cuyo inicio se remonta a la segunda mitad de la década del 60. En aquella época la Organización de Estados Americanos (OEA) designa al Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile como Centro de Excelencia en Geofísica para

América Latina junto al Departamento de Geofísica de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). En tanto, la creación de la Licenciatura en Ciencias mención Geofísica se remonta al año 1980, tal como se señala en el resumen ejecutivo de la autoevaluación de la Licenciatura en Ciencias mención Geofísica Universidad de Chile, 2015 – 2016. En síntesis, el Departamento es una entidad líder a nivel nacional en investigación y docencia (de pregrado y postgrado) en varios aspectos de la Geofísica, incluyendo sismología, climatología y meteorología, geofísica aplicada y geodinámica. Entre sus aportes, tal como se mencionó en la introducción, el DGF dicta tanto la Licenciatura en Ciencias mención Geofísica y magíster en áreas relevantes de la Geofísica. Este liderazgo es reconocido por los empleadores encuestados en el Estudio de Mercado.

Hitos relevantes en la evolución y consolidación del Departamento de Geofísica como referente en educación superior y aporte al conocimiento:

Los hitos más relevantes de la evolución del Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas pueden resumirse en los siguientes puntos:

1968: Creación del Magíster en Ciencias, mención Geofísica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

1970: Se cambia al sistema semestral de cursos (abandonando el sistema anual) y se adopta parcialmente el Plan Común de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

1980: Creación de la Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

2003: Cambio al nuevo edificio (de Blanco Encalada 2085 a Blanco Encalada 2002).

2004: El profesor Edgar Kausel es nombrado Premio Nacional de Ciencias Aplicadas. Cabe señalar que ha sido el único académico del área de las Ciencias de la Tierra en recibir esta distinción.

2007: Creación del Magíster en Meteorología y Climatología (MMC) en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

2007: Reforma curricular en los planes de estudio de la Escuela de Ingeniería, FCFM.

2013: La unidad de observación y monitoreo de la actividad sísmica en el país, Servicio Sismológico Nacional (SSN) dependiente del DGF, cambia a Centro Sismológico Nacional (CSN) y pasa a depender de la FCFM.

2013: Elaboración del Plan de Desarrollo del DGF 2014-2023.

2014: Nombramiento del profesor José Rutllant como miembro de la Academia Chilena de Ciencias.

2014 - 2019: Rediseño de los planes de estudio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas en el contexto del proyecto 2030; este proyecto tiene por misión apoyar a las escuelas de ingeniería chilenas en sus funciones tradicionales de enseñanza superior y de investigación, poniendo énfasis en la innovación, el emprendimiento e investigación aplicada.

2019: Nombramiento del profesor René Garrereaud como miembro de la Academia Chilena de Ciencias.

2020: Implementación de los nuevos planes de estudios de carreras y licenciaturas en concordancia con lo declarado en el perfil de egreso correspondiente. El nuevo plan se rige por el Modelo Educativo de Chile, se organiza en ciclos de formación, con un diseño curricular basado en competencias, en base a la reforma del 2007 y tomando en cuenta ciertos requerimientos de mejora detectados en los últimos procesos de acreditación.

Perspectiva de la propuesta formativa del DGF a través de los años:

- En el contexto nacional e internacional, desde el acuerdo de Bologna, es fundamental

señalar que, desde lo curricular, la gran mayoría de las universidades en el mundo ha ido convergiendo a una estructura curricular común en sus carreras y planes de estudio. Es así como se hizo habitual desarrollar planes cercanos y, por lo tanto, equivalentes, entre los distintos países en cada especialidad formativa. Modelos del tipo 2 años de Bachelor + 2 años de Master + 3 Años de PhD o variaciones sobre esto pasaron a ser la referencia.

➤ En la FCFM, los planes de estudios actuales han entrado en un proceso de implementación tras el rediseño de cada programa de carrera y de licenciatura, destacando dos momentos clave (reforma 2007 y reforma 2019). Los aspectos más importantes y relevantes, para este nuevo proceso de rediseño curricular, que se está implementando, son: la existencia de carreras profesionales de 5,5 años, que permiten alcanzar el grado de licenciado y un título profesional de ingeniero como, por ejemplo, ingeniero civil, en diversas disciplinas y también geólogo. Se puede observar que el currículum de la FCFM en su tramo post licenciatura, por comparación de contenidos y profundidad, no difiere en gran medida de lo que constituye un programa de magíster en otros países del mundo desarrollado. Asimismo, la realización de un trabajo de título es similar, por su rigurosidad, a lo que en otras partes constituye una tesis de magíster o incluso en casos de memoria de título a una tesis de Magíster en Ciencias o Ciencias de la Ingeniería.

Con estos antecedentes y para la propuesta de nueva carrera de Geofísica, luego de una ardua reflexión y análisis por parte del Departamento, se ha definido un plan de 5 años, que puede articularse y armonizarse con estudios de postgrado, respondiendo así a los desafíos del proyecto 2030. Geofísica, con esta propuesta, sería la primera carrera de la facultad que ajusta su plan de estudios a cinco años.

En el contexto nacional, la Corporación de Fomento, CORFO, se ha propuesto apoyar a las universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil, en el proceso de implementación

de planes estratégicos destinados a transformar sus programas bajo estándares internacionales, en investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento. Para estos efectos y en el marco del proyecto: **Una Nueva Ingeniería para el 2030**, CORFO y el Ministerio de Educación han planteado como objetivos: "(...) *incorporar de forma protagónica pero equilibrada con sus funciones tradicionales de enseñanza superior y de investigación, las tareas de vínculo con el medio en el contexto de la actual sociedad del conocimiento, y con ello generar un ambiente creativo y una experiencia de aprendizaje que prepare mejor a las nuevas generaciones de ingenieros, con el fin de que sean profesionales competitivos globalmente* (FCFM, <http://ingenieria.uchile.cl/facultad/ingenieria-y-ciencias-2030/113491/proyecto>).

La Facultad hace eco de este mandato y, en términos específicos para la FCFM, ha derivado en acortar la duración de las carreras; implementar el acuerdo del Consejo de Rectores en el sentido de utilizar el Sistema de Créditos Transferibles (SCT) para valorizar los tiempos empleados en las diversas actividades curriculares en cada plan de estudios en todos sus programas; analizar la modularidad y articulación de carreras con flexibilidad intra e interinstitucional y con salidas intermedias con empleabilidad; aumentar las tasas de retención de estudiantes en las carreras y en los programas de posgrado e incentivar un mayor balance incorporando máster profesionales y doctorados tecnológicos como parte de este trabajo, la Facultad siente el llamado y responsabilidad de constituirse en reserva intelectual de Chile, en las áreas de su competencia, y en atención a los problemas y necesidades del país. Su trayectoria, resultados y compromiso con la excelencia la ubican dentro de las mejores Facultades de ingeniería y ciencias de Chile y el mundo. Por eso, es que, con la llegada del siglo XXI, la Escuela de Ingeniería y Ciencias realiza los cambios curriculares necesarios con el objetivo de apoyar la innovación en la enseñanza y el aprendizaje. Para el diseño de estos cambios, la Facultad adopta metodologías del Massachusetts Institute of Technology (MIT), incorporadas por las más prestigiosas escuelas de ingeniería del

mundo. Dicho método se conoce como iniciativa CDIO¹, denominada de esta manera por enfatizar el desarrollo de competencias asociadas a concebir, diseñar, implementar y operar sistemas de ingeniería.

En la actualidad la Facultad presta importantes servicios de asesoría a organismos, empresas y corporaciones estatales y privadas en todas las ramas de la ingeniería y la ciencia. Asimismo, continúa innovando y creando soluciones a requerimientos tecnológicos para enfrentar nuevos escenarios. En este contexto, la creación de la carrera de Geofísica es una propuesta de alto impacto que significaría una nueva oportunidad de desarrollo profesional para estudiantes interesados/as en la geofísica y sus áreas de aplicación.

B4. Justificación de la propuesta desde la dimensión de los referentes y experiencias nacionales e internacionales

Al revisar referentes y experiencias nacionales e internacionales, se puede señalar que, a nivel nacional, la Universidad de Concepción presenta una carrera de características similares, cuyo título profesional es Geofísico, con un grado académico de Licenciado en Geofísica.

En cuanto a esta carrera, el objetivo es formar profesionales con sólida formación en matemáticas, física y en conocimientos fundamentales de las áreas de la física de la atmósfera, del océano y de la Tierra sólida para adquirir una visión integrada del Sistema Tierra. Asimismo, se declara que un profesional de esta carrera puede diseñar y realizar experimentos de campo, manejar instrumental especializado, analizar e interpretar información geofísica, trabajando con equipos de su especialidad o con otras disciplinas.

La formación que este egresado/a recibe, le permite trabajar como asesor externo en problemas ambientales (incluidos los climáticos), y desarrollar investigación básica y aplicada en

oceanografía física, meteorología, física de la alta atmósfera, sismología, geodesia y prospección geofísica (Admisión 2021, recuperado de <https://admission.udec.cl/geofisica/>).

Al revisar las especialidades del cuerpo académico que dicta esta carrera se puede ver que la mayoría de los académicos/as se declaran especialistas en ramas de la oceanografía y la meteorología, teniendo en su claustro escasos académicos con especialidades en geofísica de Tierra sólida. Esto es un rasgo diferenciador entre la carrera que se imparte en la Universidad de Concepción y futuro/a Geofísico/a que egresará de la Universidad de Chile, donde la presencia de especialistas de diferentes áreas de la geofísica permite sostener una propuesta formativa temática mucho más balanceada en áreas como sismología, climatología, meteorología y geofísica aplicada.

Comparativamente, entre los referentes internacionales se pueden encontrar instituciones con un programa de bachelor y máster. Entre estos se pueden mencionar los programas de la Stanford University (Estados Unidos), Ludwig-Maximilians Universita et Muenchen (Alemania) y la University of Bristol (Reino Unido) que cuentan con programas específicos de geofísica a nivel de pre y postgrado, cuya formación enfatiza el estudio de fenómenos asociados a la Geofísica de Tierra Sólida (terremotos, volcanismo y otros peligros naturales), así como el estudio y cuantificación de recursos minerales, energéticos e hídricos, y el estudio de la estructura interna de la Tierra. En algunas universidades como en la LMU München, se incluyen a estas disciplinas de la Tierra sólida, especializaciones en geofísica para fines arqueológicos. Aparte de estos ejemplos de universidades que ofrecen programas desde el pregrado en Geofísica, hay muchas otras que ofrecen programas de postgrado en geofísica especializándose en Geofísica de Exploración (ver University of Leeds en Reino Unido, IPGP en Francia o la University of Texas at Austin en Estados Unidos, entre otros), sismología (Karlsruhe Institute of Technology en Alemania), y programas con una oferta variada que pasa por glaciología, variaciones del clima y procesos del interior de la

¹ Anexo IE.I "Modelo Educativo CDIO".

Tierra como el master de la University of British Columbia en Canadá. Existen otras instituciones que ofrecen una propuesta en donde confluyen disciplinas de las ciencias atmosféricas con ciencias de la Tierra sólida en el mismo programa. Otros ejemplos relevantes son los programas de pre y postgrado de instituciones como el MIT (Estados Unidos) y la University of British Columbia (Canadá).

La carrera de Geofísica de la Universidad de Chile orientará su formación disciplinar en dos áreas de gran proyección: **Tierra sólida y Atmósfera** que corresponden a las menciones que otorga el título profesional. Al revisar los referentes nacionales e internacionales se recogen la gran variedad de temas que puede desarrollar un/a geofísico/a en su ámbito profesional (tierra sólida, volcanes, meteorología, climatología, geofísica aplicada), teniendo en la Universidad de Chile un sello diferenciador dado por una serie de cursos comunes que le dan al estudiante una sólida base en física, matemáticas, programación y modelación, y donde se entregan herramientas necesarias para especializarse en una de las dos grandes líneas que tiene esta carrera, durante los últimos 2 semestres del programa. Otro argumento complementario para respaldar la creación de esta carrera, es que la Licenciatura en Ciencias mención Geofísica ha sido rediseñada en su correspondiente plan de formación y que esta ha sido aprobada en el contexto del nuevo plan de estudio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, *decreto universitario: 0050238*; por tanto, la carrera solo debería trabajar en la aprobación del diseño de malla y de los programas de curso de la especialidad correspondiente a los semestres IX y X.

B5. Justificación de la propuesta desde la dimensión del estado del arte de la disciplina.

Históricamente se identifica el origen de la geofísica en Chile con el estudio de terremotos por parte de un grupo de sismólogos extranjeros que llegan a este país a comienzos del siglo XX, para estudiar estos fenómenos. Desde entonces, se ha ampliado en forma importante el abanico de temas que se trabajan en el Departamento de

Geofísica, teniendo en la actualidad especialistas en las siguientes disciplinas: sismología, volcanología, geofísica de exploración, climatología, meteorología y contaminación atmosférica.

De forma similar, los geofísicos que se dedican a temas, como la sismología o volcanología, han visto cómo en los últimos 50 años la Teoría de la Tectónica de Placas ha permitido explicar una gran cantidad de fenómenos antes inexplicables, y los enormes avances en instrumentación ligados principalmente a la digitalización en los últimos 30 años nos permiten hoy ser capaces de observar fenómenos naturales antes ignorados. Esta enorme capacidad de observación de los fenómenos naturales, sumado a grandes teorías unificadoras surgidas del trabajo de geocientistas en todo el planeta, permiten que hoy se pueda avanzar mucho más hacia la caracterización detallada de nuestro planeta, a nivel de atmósfera, océanos, corteza, manto y núcleo.

Para ejemplificar esto, se puede hablar del vulcanismo, un fenómeno que nos acompaña a lo largo de casi todo Chile, y que desde hace algunas décadas sabemos que está ligado a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana desde Arica al Golfo de Penas. Sin embargo, aún no comprendemos a cabalidad qué es lo que controla el momento en el que un volcán hace erupción, o qué controla la composición de su magma; cómo se acumula el magma bajo la superficie, y predecir cómo saldrá a través de ella. Estas interrogantes son un claro ejemplo de lo que hoy en día se está estudiando, pensando en que mañana podremos clarificarlas; comprender cómo funciona cada volcán que nos acompaña a lo largo de Chile; y cómo podemos aprovechar de mejor manera los recursos naturales que son propios de un sistema tectónico y climático como el de Chile y que puede dar información extrapolable a lo que ocurre con otros lugares en el mundo. En estos momentos, el país necesita de nuevos especialistas que continúen el trabajo de quienes ya han dedicado su vida al avance de las diferentes ramas de esta disciplina, y que exploren nuevas líneas de trabajo que nos permitan comprender, desde la ciencia y quehacer profesional, nuestro planeta.

Otro ejemplo claro del avance conjunto de la comunidad científica internacional, en algunas de estas líneas científicas durante los últimos años, se puede identificar en el desarrollo de la climatología. Los modelos climatológicos de nivel planetario que se han llevado a cabo desde hace varias décadas han mostrado el efecto del ser humano y su actividad durante los últimos 150 años, y han puesto en evidencia la necesidad de tomar acciones concretas para cambiar el rumbo. Por esto, el rol de los especialistas en esta área sigue siendo crítico y necesario para continuar evaluando los cambios del clima del planeta, y analizar los diferentes parámetros que controlan estos cambios, pudiendo investigar además los efectos regionales de dichos cambios en el clima del planeta.

B6. Justificación de la propuesta desde la dimensión de los desafíos laborales y de la profesión.

Bajo este contexto y dado que la licenciatura no es conducente a un título profesional, se procede a evaluar la posibilidad de crear la carrera de Geofísica, considerando información del medio externo. Para ello, se realiza un estudio de mercado que incluye a empresas, con entrevistas dirigidas a directivos de Recursos Humanos o cargos dentro de las empresas y organizaciones que fueran responsables de la contratación de profesionales y entrevistas a ex alumnos de la Universidad de Chile y de la Universidad de Concepción.

La modalidad de análisis fue realizar entrevistas con una serie de preguntas asociadas, en primer lugar, al quehacer de las empresas encuestadas y que se agrupan en tres grandes áreas de trabajo: **geofísica de prospección, peligro geológico y aplicaciones de las ciencias atmosféricas**; las más comunes tienen relación con ciencias atmosféricas y sismología. Metodológicamente se procede a agrupar las respuestas de los ex estudiantes y contrastar con la información aportada por las empresas. Toda esta labor permitió descubrir 34 funciones que podrían ser cubiertas por un profesional geofísico y que se agrupan en las siguientes categorías: **geofísico de meteorología y clima; ciencias atmosféricas en general;**

geofísico de sismología y geodesia; geofísico de volcanología y geotermia; geofísico de prospección. Para mayor información, ver tabla 7 del informe Mori, que sintetiza las funciones más requeridas por las empresas encuestadas (página 164).

Esta recogida de información y los respectivos resultados se complementa con el análisis FODA de la Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica donde se declaran fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el Departamento y que junto con el Estudio de Mercado sirven como insumos para la toma de decisiones respecto de ratificar la importancia de crear una carrera de estas características, declarar el perfil de egreso y organizar el nuevo plan de estudio.

Dentro de las fuentes de información se encuentran, también, coordinadores de postgrado en programas a los cuales han asistido o están cursando, egresados de la licenciatura. En particular, se trata de aquellos egresados que además de haber cursado la licenciatura, siguieron estudios en los programas de postgrado del Departamento de Geofísica (DGF) y de otros países. La consulta busca recabar información sobre la calidad de la formación recibida en cuanto a la pertinencia de **las competencias** demostradas por los egresados en sus nuevas casas de estudios.

Calidad de la formación recibida y las competencias demostradas:

Dentro de las fuentes consultadas, el 100% de los coordinadores de postgrado de otras instituciones manifiestan satisfacción con la calidad de la formación recibida y las competencias demostradas por los egresados del Departamento en sus nuevas casas de estudio. Por tanto, la formación que el DGF ofrece cumple con los requerimientos y necesidades de los estudiantes y es completa en cuanto a los cursos impartidos y ofertados por el DGF.

La propuesta formativa del DGF y de la FCFM permite la formación de profesionales con conocimiento riguroso y con independencia en su actuar (sello de la Facultad FCFM), tal como diferentes actores destacan en egresados del DGF, y que pueden revisarse en los siguientes extractos:

"They are well-educated as to the physical and mathematical aspects of geophysics. They work hard, are self-motivated and have genuine interest in the science. The selection of courses taught and available are fairly comprehensive within the solid-earth sciences" (UCLA, Berkeley)

"I have worked with four different graduate students in the geophysics program at University of Chile, and all are excellent students, who approach their work with a strong background of core knowledge and independent spirit" (Oregon State University).

"The graduates from this program have gained the skills to approach a scientific problem in an effective and logical approach. They have struck me as thorough, critical thinkers and diligent scientists. They think matters through and do not take short cuts. At the same time, they are able to work to a target and get their work published in high-ranking journals. To my mind, these are the hallmarks of excellent scientists in our times" (University of Kiel).

De lo anterior, es posible concluir que la propuesta formativa del DGF permite la formación de graduados con conocimiento científico disciplinar riguroso, por ejemplo, en estudios de tierra sólida; otra característica que destaca es la independencia de los y las estudiantes en su actuar, la capacidad de trabajar abocados en la tarea asignada, con una alta motivación e interés. Esta es una ventaja competitiva para nuestros/as estudiantes y aporta un sello que los distingue de otras casas de estudio.

Trayectoria y seguimiento de los egresados:

En cuanto a datos aportados por el estudio de mercado, se puede señalar que el 76% de los egresados y egresadas de la Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica ha continuado estudios en los programas de magíster del DGF, lo cual facilita en parte el seguimiento a sus egresados, ya que parte importante de ellos se mantiene activo en el mismo departamento.

Por otra parte, en lo referido a continuidad de estudios en el extranjero, de los y las estudiantes

de la licenciatura que han continuado estudios en los programas de postgrado en DGF, algunos de ellos han realizado estudios posteriores de doctorado en la Universidad de Kiel (Alemania), la Universidad Libre de Berlín (Alemania), Universidad de París (Francia), Universidad de Grenoble (Francia) y Universidad de California, Berkeley (EEUU) entre otras. Asimismo, han realizado exitosas pasantías en Oregon, San Diego, Hawaii, Caltech (EEUU), entre otros centros relevantes en los estudios de Ciencias de la Tierra.

Asimismo, a los y las egresados de licenciatura se les consultó respecto de su situación laboral. La gran mayoría de ellos siguen estudios de magíster inmediatamente después de terminados sus estudios de pregrado, y no entran inmediatamente al mercado laboral. Sin embargo, se puede indicar que, de los 13 egresados encuestados, siete ya habían finalizado el magíster y de ellos todos se encontraban trabajando en algo relacionado a la disciplina (cinco en el ámbito público y dos en el mundo privado).

En cuanto a los resultados (ver Estudio de mercado): *"el universo estudiado es un micro universo, con solo 27 empresas encuestadas, con 1026 profesionales que trabajan en 34 funciones testeadas. Hay un mercado para esas funciones. Si se resta el mercado de meteorólogos que tiene contratados solo la Dirección Meteorológica de Chile (85 profesionales meteorólogos) el mercado queda en 941 profesionales"* (página 19).

El estudio de mercado concluido durante el año 2016 aporta datos relevantes que permiten respaldar la propuesta de carrera. La validez de este estudio, a pesar de los años transcurridos se basa en el hecho de que cuando se encargó, la situación económica de Chile venía a la baja, dado que había culminado la era del Súper ciclo del cobre, con la consecuente disminución del precio del cobre y de disminución de la actividad minera.

"El estudio se aplica en un período de disminución del precio del cobre y de disminución de la actividad minera (...). Este estudio se aplica en el período del precio más bajo que ha tenido el cobre, desde 2010 cuando corría el llamado Súper

ciclo. Los resultados de demanda por tanto son conservadores ya que se sitúan en un contexto de la más baja coyuntura del cobre en los últimos 10 años (el súper ciclo del cobre tuvo una duración de una década)". (Estudio Mori, anexo 3 página 167).

Aun con estas adversidades y con una demanda "conservadora", el mercado laboral seguía siendo promisorio para los/las egresados/as. Es así como hoy, en el contexto de pandemia, si bien la actividad económica de Chile ha estado a la baja desde el 2020, existen, sin embargo, proyecciones de mejora que favorecerían un aumento de la actividad en el área de geofísica de prospección y en actividades relacionadas con el área atmosférica y cuidado del medioambiente. De este modo, las cifras entregadas por el Estudio realizados durante el 2016, siguen siendo vigentes.

A lo anterior, se suma la importancia del desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC), la que ha experimentado un intenso aumento en los últimos años superando la meta del 20% para el 2025 propuesto a mediados de la década pasada. Este es un mercado que se proyecta que seguirá creciendo en el futuro y donde los/las Geofísicos podrán contribuir en la prospección del recurso eólico y solar. Adicionalmente, ante un escenario de un clima cambiante que se proyecta con menores precipitaciones, aumentos de olas de calor, menor ventilación en las ciudades del centro y sur del país, entre algunas de las manifestaciones, las habilidades de un/a geofísico/a serán cruciales para navegar e interpretar los cambios que se proyectan pero también para poder estimar los impactos de las actividades actuales en un clima cambiante.

I. Características del mercado laboral al que los futuros egresados y egresadas podrían acceder:

1. En el sector público. Para un/a egresado/a de nuestra carrera esto significa un campo de trabajo, por ejemplo, en instituciones como Codelco, SERNAGEOMIN y Centro Sismológico y la Dirección Sismológica de

Chile, Ministerio del Medioambiente y para lo privado, consultorías a empresas.

2. En total se necesitan 214 profesionales a corto, mediano y largo plazo. Un 61% del mercado necesita cubrir funciones a corto plazo (8 empresas), un 77% a mediano plazo (10 empresas), y un 31% a largo plazo (4 empresas).
3. Los geofísicos son cinco veces más difíciles de conseguir que otros profesionales. Es decir, hay percepción de escasez de expertos en las 34 funciones testeadas (ver capítulo: Conclusiones y recomendaciones del Informe Mori, anexo 155).

II. Respecto de las fortalezas y debilidades en la formación de los/las estudiantes y que el mercado de trabajo reporta como necesarias de abordar:

1. Las mayores deficiencias declaradas por los consultados (empresas), en el estudio de mercado, son el desarrollo de habilidades transversales (como comunicación académica y profesional, trabajo en equipo, compromiso ético, sustentabilidad). En este aspecto, los futuros egresados de la FCFM y de la nueva carrera, tienen una ventaja dado que la Facultad ha enfatizado el desarrollo de habilidades asociadas a estas competencias y estas han sido declaradas en los perfiles de egreso de carreras y licenciaturas. Se entiende que el perfil de egreso es un compromiso que la institución asume como parte de la formación de los y las estudiantes. Este es un trabajo situado a la realidad y necesidad de formación de licenciados, geólogos, futuros geofísicos e ingenieros de la Facultad.
2. Según el estudio, **las habilidades más difíciles de encontrar son la comunicación oral y escrita en inglés y el trabajo en equipo.** Como ya se ha señalado, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas ha dispuesto recursos para apoyar el desarrollo de estas competencias genéricas, a través de actividades curriculares de in-

serción de estas competencias, las que deben ser evaluadas. Para ello, se cuenta con áreas al interior de la Facultad que colaboran con los Departamentos en temas de alfabetización académica, trabajo en equipo, compromiso ético, etc.

3. Otras capacidades que se mencionan son las relacionadas con habilidades en administración y conocimiento práctico.

En la nueva propuesta, se proyecta el trabajar en competencias de esta naturaleza; para ello, se presenta el perfil de egreso de la carrera en la sección correspondiente.

4. La mayor fortaleza (74%) de los egresados de Geofísica de la FCFM radica en los conocimientos teóricos en diferentes áreas de la geofísica.

5. La habilidad más escasa detectada en nuestros egresados y egresadas es la dirección de proyectos (63%). La propuesta curricular de este nuevo plan de estudio considera la adquisición y desarrollo de competencias en este ámbito.

Para mayor información, ver página 155 del Estudio de Mercado, anexo 3.

III. En cuanto al perfil del profesional que demandan las empresas es necesario indicar que se requiere de profesionales:

1. capaces de trabajar en equipo (74%),
2. capaces de desarrollar su autoaprendizaje (67%),
3. con compromiso ético (63%).

IV. Evaluación de la formación profesional:

El 48% de las empresas consultadas creen que las universidades hoy en día forman profesionales del área de la geofísica, capaces de insertarse en el mundo laboral. La Universidad de Chile es considerada como la casa de estudios que entrega la mejor formación en geofísica (70%), según lo señalado por los empleadores. En cuanto a la

contratación de este tipo de especialista, los canales habituales son redes, recomendaciones, mientras que los avisos pesan solo 19%. Como conclusión, respecto de esto es posible afirmar que se confía en la sólida formación de los geofísicos de la FCFM.

V. Principales conclusiones del estudio de mercado respecto de la visión de ex estudiantes sobre la formación de geofísicos:

Los ex estudiantes de la Universidad de Chile son requeridos por el mercado laboral. Varios de ellos siguen vinculados a la misma institución, desempeñándose en diversas actividades, en labores ligadas a centros de investigación donde estudiaron y tienen más estabilidad laboral y permanencia en los trabajos.

Por otro lado, los ex estudiantes de la Universidad de Chile consideran que las labores que realizan en su campo disciplinar están relacionadas con lo que estudiaron y que las habilidades adquiridas son adecuadas para enfrentar desafíos en el mundo laboral.

Respecto de las habilidades que los profesionales presentan carencias en la redacción de artículos científicos; en tanto, en la Universidad de Chile las respuestas son más diversas y no es posible de agrupar (ver conclusiones página 167, Estudio de Mercado).

Un dato relevante, respecto de los resultados que arroja el estudio, es que uno de los mecanismos para que los ex estudiantes de la Universidad de Chile sean contratados es mediante contactos quienes los recomiendan y estos son contactados para trabajar, no teniendo la necesidad de buscar oportunidades laborales, mediante buscadores de ofertas de empleo o. Por tanto, el uso de redes y de referencias es una modalidad con la cual pueden iniciar su vida laboral.

Como complemento para reforzar esta propuesta se aportan antecedentes del análisis FODA que el Departamento de Geofísica ha realizado como parte de su proceso de autoevaluación:

Análisis FODA, Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica

Fortalezas

- Fruto de discusiones, la licenciatura ha definido un perfil de egreso, validado por académicos, estudiantes, egresados y coordinadores de postgrado (geofísica y geología) y miembros de la industria. Este perfil es ampliamente conocido por la comunidad de estudiantes, egresados y académicos del DGF. Dicho perfil declara como parte de su formación: una base sólida en ciencias y matemáticas, en cuanto a competencias específicas y una adecuada formación en la adquisición de competencias genéricas como comunicación académica y profesional, comunicación en inglés, compromiso ético, trabajo en equipo y la sustentabilidad.
- La Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica tiene una malla curricular recientemente actualizada, que busca integrar de mejor manera las actividades prácticas-experimentales con las teóricas; esto da sustento a la coherencia y pertinencia del programa en función del perfil de egreso. De hecho, existe una positiva percepción por parte de los actuales estudiantes de la licenciatura respecto a la integración práctico-teórico que se diferencia de la percepción de los egresados, dando cuenta de que los cambios recientes han tenido un impacto positivo en el corto plazo.
- La existencia de un comité técnico docente (CTD) que funciona de manera regular (dependiendo de la intensidad del trabajo, de forma quincenal) tiene como labor actualizar la malla curricular y realizar un seguimiento constante de los cursos. En esta instancia, se consideran las opiniones de los estudiantes y de los académicos del departamento para los procesos de actualización y modernización de planes de estudio y perfiles de egreso que se están llevando a cabo en las principales universidades del mundo.
- El Plan Común de la facultad permite una sólida formación en física y matemática, con lo cual permite no sólo formar a licenciados/as en geofísica sino también entregar conocimientos disciplinares comunes a otras disciplinas científicas o del área de las ingenierías. El fuerte filtro que significa ingresar al plan común, además de la exigencia de sus cursos, entrega garantías de buen rendimiento en las especialidades luego de que el/la estudiante finalice este ciclo de dos años.
- Destacada calidad del cuerpo docente. Todos los académicos asociados a la licenciatura tienen el grado de doctor y participan de manera activa en investigaciones y actividades del quehacer disciplinar, a nivel nacional e internacional. El vínculo investigación-docencia es virtuoso. La investigación al más alto nivel permite el desarrollo de una docencia actualizada sobre diversos temas de las Ciencias de la Tierra.
- Al interior del Departamento de Geofísica (DGF), la triestamentalidad es una práctica constante. Ejemplo de ello es que el Consejo de Departamento funciona con participación de académicos, estudiantes y funcionarios. Además, existe una cultura de discusión respecto a temas académicos y no académicos que fomenta la interacción entre los distintos estamentos que participan del DGF.
- El DGF cuenta con una biblioteca especializada en temas de Ciencias de la Tierra, lo cual permite acceder a conocimiento actualizado y del más alto nivel relacionado con la disciplina.
- El DGF ha adquirido durante los últimos años una cantidad importante de equipamiento geofísico que se utiliza en campañas de terreno en algunos cursos aplicados de la licenciatura. Este equipamiento, además de mostrar el avance del DGF en cuanto potencial de investigación y/o exploración, permite un acercamiento de los estudiantes al quehacer práctico de la disciplina.

Oportunidades

- El desafío institucional de construir una carrera profesional en geofísica ofrece la posibilidad de repensar la misión y visión del DGF, actualizando la forma en que se enseña, aprende y ejerce la disciplina geofísica.
- A partir del desarrollo de proyectos investigativos de alto nivel (Programa de Riesgo Sísmico y Centro de la ciencia del clima y la resiliencia) existe un potencial de desarrollo dada la existencia de adquisición de instrumental necesario y del aumento de recursos humanos de alto nivel al interior del departamento. Con estos dos aspectos es posible expandir, diversificar e intensificar, la investigación que realiza el DGF.
- La variedad de fenómenos geofísicos que se producen en el país y que es un foco de interés para la investigación, es una ventaja comparativa que debe ser aprovechada. Además, ofrece visibilidad del DGF en el extranjero.

Debilidades

- La infraestructura del DGF se ha hecho insuficiente, en la medida que han aumentado los estudiantes regulares del programa, así como estudiantes que toman cursos con código GF como electivos para sus especialidades. Del mismo modo, el crecimiento de centros y programas de investigación avanzados con el consecuente aumento de investigadores e instrumental para la investigación, da cuenta que el actual espacio del DGF es insuficiente. En concreto, y tal como se ha señalado en el informe, el déficit en infraestructura se evidencia en equipamiento computacional; oficinas, lugares de estudio y biblioteca; y espacio en la bodega. Si bien esta es una debilidad identificada en el estudio de mercado encargado como un insumo para el plan de creación de una carrera de Geofísica en la Universidad de Chile, durante los últimos años (2016-2021) el Departamento de Geofísica ha invertido recursos importantes en mejorar y remodelar el espacio

disponible, en particular para los estudiantes del programa, creando la nueva Biblioteca F. Montessus de Ballore, la que fue inaugurada el 16 de octubre de 2019, contando con una gran colección de material en formato físico y digital, y espacio para trabajo de estudiantes, presentaciones y seminarios.

- Son limitadas las actividades de vínculo entre el DGF y sus egresados, a pesar de que muchos de ellos se mantienen activos en el Departamento o la Facultad a raíz de la continuidad de estudios en programas de magíster y doctorado.
- Existe una falencia en la vinculación con el medio no académico por parte de la licenciatura, explicado principalmente porque esta es conducente solo a un grado académico. No obstante, cabe señalar que esta es una debilidad de la licenciatura y no del DGF, puesto que el programa de magíster está orientado precisamente en desarrollar habilidades profesionales e investigativas.

Amenazas

- La apertura de carreras del área de las ciencias de la tierra en otras Universidades, algunas de ellas con mayores facilidades para aumentar su infraestructura e instrumental.
- Mantención de una política científica bajo la forma de subsidio y no como una de desarrollo permanente impide una planificación a largo plazo, lo cual somete al DGF y sus centros de investigación a los vaivenes de la política nacional.
- La actual Licenciatura en Ciencias, mención Geofísica, al ser una licenciatura en ciencias de 8 semestres, posee un arancel de referencia más bajo que otros programas de la facultad (ingenierías y geología). Para alumnos con Crédito con Aval del Estado, esto significa que el porcentaje de cobertura les disminuye lo cual les exige pagar más por sus estudios. Esto se traduce en dos problemáticas: a) un desincentivo para seguir estudios en las li-

cenciaturas; b) dificulta el seguimiento de los estudiantes, dado que estudiantes regulares del programa no inscriben el código asignado a la carrera, manteniéndose en plan común o inscribiendo algún otro programa de la facultad, aprovechando la flexibilidad del currículum que esta otorga, por lo que los sistemas de apoyo a la docencia reconocen a dichos estudiantes una vez que finalizan sus estudios.

En este escenario, la propuesta de creación de la carrera de Geofísica de diez (10) semestres se inserta en un proceso de rediseño de las carreras y licenciaturas de la Facultad y de los planes de estudio ajustados a 11 semestres para las carreras, con miras a posibilitar la articulación con los programas de magíster, con un diseño curricular basado en competencias y valorizado en créditos bajo el SCT. En forma complementaria al diseño de esta nueva estructura curricular, se requiere un esfuerzo institucional para reducir la brecha existente entre la duración formal y la real de los diferentes programas de estudios. De igual modo, se busca incentivar la incorporación de dimensiones transversales en la mayoría de los cursos, en particular la comunicación oral y escrita, el trabajo en equipo, el compromiso ético, la vinculación con el medio externo y el compromiso con el país.

B7. Síntesis de Compromisos formativos.

De acuerdo con las definiciones estratégicas que la Universidad de Chile declara en su Modelo Educativo, existe un compromiso institucional del cual, el Departamento de Geofísica se hace eco y que considera establecer una propuesta formativa que dé cuenta de saberes y competencias intencionados y administrados en un itinerario de formación, orientado al logro de un perfil de egreso que constituye un compromiso y una promesa de la institución ante la sociedad (Modelo educativo Universidad de Chile, 2018).

Antecedentes curriculares para la creación de la carrera de Geofísica

Reforma del Plan de Estudios FCFM 2007

Luego de cinco años de trabajo, que contempló una profunda revisión de los currículos de las carreras y sus programas, de los contenidos de las asignaturas y sus métodos docentes, en el año 2007 se reformuló el plan de estudios del Plan Común. Este rediseño se basó en los principales avances que mostraron estas experiencias en el mundo, y en particular, en la metodología que desarrolló el trabajo conjunto del Departamento de Ingeniería Aeronáutica y Aeroespacial del MIT y universidades suecas, conocida como iniciativa CDIO².

El nombre de esta iniciativa proviene de las competencias (concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en ingeniería) que se buscan desarrollar en las carreras de ingeniería, las cuales pretenden acercar a sus estudiantes al quehacer profesional. Por tanto, el plan de estudios fue reformulado con la finalidad de integrar al currículo, la adquisición y desarrollo de dichas competencias.

En torno a esta metodología se constituyó una organización (CDIO) que agrupa alrededor de un centenar de escuelas de ingeniería en el mundo, las cuales comparten experiencias y trabajan en conjunto para mejorar su enseñanza. La escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM es responsable de co-liderar la región latinoamericana de CDIO.

El principal impacto de esta reforma fue el rediseño de los perfiles de egreso de las licenciaturas y las ingenierías, enfatizando en el fortalecimiento de las competencias disciplinares de matemáticas, ciencias y de las respectivas especialidades, las cuales han caracterizado tradicionalmente a los egresados de la facultad, complementándose con un conjunto de competencias consideradas como deficitarias y que se deseaba reforzar: el diseño en ingeniería, la capacidad de comunicación oral y escrita (en español e inglés), la capacidad de trabajo en equipo y la valoración de aspectos éticos de la profesión.

² Anexos: The CDIO Syllabus (enero 2001), Condensed CDIO Syllabus v2.0 (junio 2011), Estándares CDIO v2.0 (diciembre 2010).

Para el logro de estos objetivos, el enfoque del nuevo plan de estudios se basó en los siguientes principios:

- >Proceso centrado en el estudiante y en su aprendizaje, es decir, el estudiante se transforma en un protagonista activo y el profesor crea las condiciones para que el/la estudiante aprendan.
- >Un diseño curricular basado en competencias.
- >Mayor flexibilidad curricular a nivel de licenciatura.
- >Contacto temprano con los problemas y métodos de la ingeniería y las ciencias, a través de proyectos.
- >El desarrollo de habilidades personales e interpersonales.

Lo anterior influyó en los siguientes procesos que se llevaron a cabo en la estructura curricular de las carreras y licenciaturas de la FCFM:

- >**Nuevo enfoque para primer año:** El plan de estudios antiguo consideraba cursos de primer año en un régimen anual. En el plan 2007 esto se cambió a semestral, con el objetivo de asegurar en cada semestre la adquisición efectiva de las competencias deseadas y permitir una mejor programación de los cursos. La introducción de este nuevo diseño para el primer año permitió aumentar de manera significativa los niveles de retención de los nuevos estudiantes.
- >**Plan Común:** En el nuevo diseño, se limitó a cuatro semestres, en lugar de los cinco del plan antiguo. Con la liberación generada, cada especialidad agregó cursos de complementos de formación básica, de acuerdo a sus propias necesidades.
- >**Nuevo enfoque para la enseñanza de la física:** Para reforzar el trabajo activo por parte de los estudiantes, así como el desarrollo de

habilidades experimentales y de modelamiento computacional, se diseñó un nuevo curso de sistemas newtonianos, el cual se impartía en una sala especialmente diseñada (sala Galileo), habilitada con mesas para trabajo en equipo, montajes experimentales y computadores, abundante equipo audiovisual para permitir a todos los estudiantes ver con facilidad las presentaciones y el trabajo desarrollado en la mesa del profesor.

>**Contacto temprano con la ingeniería y las aplicaciones de las ciencias:** la finalidad fue permitir a los alumnos tener un contacto temprano con los problemas y los métodos de la ingeniería, se crearon los cursos Introducción a la Ingeniería I, primer semestre e Introducción a la Ingeniería II, segundo semestre. El propósito de estos cursos se organizó en torno a proyectos que los estudiantes debían desarrollar, con énfasis en el trabajo en equipo, principalmente en las etapas de diseño, implementación y operación.

Para la fabricación de los productos con estándar profesional, se equipó un taller de trabajo con computadores con software CAD, para diseño asistido por computador y con una cortadora láser. Estos cursos fueron además una oportunidad para abordar temas de ética en ingeniería y ciencias y para trabajar con competencias como la creatividad, innovación, liderazgo, comunicación y otras habilidades profesionales.

>**Inducción activa:** Junto con la introducción del nuevo plan, se creó la semana de inducción, en que los nuevos estudiantes visitan la Escuela antes de entrar formalmente a clases y se ven enfrentados a desafíos de ingeniería que deben abordar en equipos, en diversos laboratorios y talleres de la Facultad. De esta forma, los estudiantes crean vínculos tempranos con sus compañeros y con la Escuela, desarrollando sus primeras redes de apoyo.

>**Cursos electivos en licenciatura:** en el diseño del plan de estudios 2007 se reservó un

espacio de cinco cursos electivos, para ser seleccionados por cada estudiante de acuerdo a sus propios intereses. De esta manera, se ofrecía una alternativa para que los/las estudiantes profundizaran en su disciplina, buscando de esta manera una mayor especialización, con una mayor amplitud en su formación tomando cursos en diversas áreas o concentrando sus cursos en un área específica, diferente de la propia, lo que daría paso a la obtención de un certificado de "minor".

>Certificado de formación complementaria "minor". En conjunto con la reforma del plan de estudios del 2007, surgió la idea de implementar, como alternativa de especialización dentro de licenciatura, los "minores", conjuntos coherentes de cursos que permiten a un estudiante obtener competencias específicas en un área distinta a la de su especialización principal, y corresponden a lo que el reglamento general de los estudios universitarios de pregrado llama una "certificación complementaria".

>Aprendizaje activo. La experiencia adquirida en la aplicación del nuevo plan de estudios 2007 mostró la necesidad de que los cambios curriculares fueran acompañados por cambios en las metodologías de enseñanza-aprendizaje, que situaran al/la estudiante en el centro del proceso educativo, enfatizando especialmente el aprendizaje activo. Esto se aplicó en el plan común principalmente en los cursos de introducción a la ingeniería, taller de proyecto, sistemas Newtonianos, métodos experimentales y en los cursos de computación. En los cursos posteriores, este aprendizaje activo se logra por medio de tareas periódicas en los cursos teóricos, las cuales debido a su complejidad requerían de una dedicación horaria relevante y mediante el trabajo directo más intenso en sus respectivos cursos experimentales.

>Nuestra Facultad presta apoyo a través de dos áreas que dependen de la Escuela de Ingeniería y Ciencias:

>Área de Gestión Curricular (AGC): tiene como misión articular, orientar y asesorar los procesos de diseño, instalación y evaluación curricular de las carreras y licenciaturas terminales, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas en concordancia con el Modelo educativo de la Universidad de Chile.

El área busca contextualizar, construir y consolidar un modelo de organización y gestión del currículo que asegure la calidad de los procesos y que oriente las prácticas de enseñanza y del aprendizaje para contribuir a la formación de egresados y profesionales altamente calificados en el área de la ciencia y la ingeniería. El área cuenta con un equipo de asesoras expertas en curriculum y evaluación.

>El Área de Aprendizaje de Ingeniería y Ciencias (A2IC): tiene como misión asesorar los procesos de implementación y evaluación de los procesos de aprendizajes en las distintas carreras y licenciaturas terminales de la FCFM, se enfoca en el apoyo a docentes y estudiantes de la Facultad, para potenciar las estrategias de enseñanza y aprendizaje de sus programas de estudio centrado en el estudiante. Dependiente de la Dirección de Escuela de Ingeniería y Ciencias, cuenta con un equipo de profesionales multidisciplinario, que aborda diversos temas relacionados con la labor docente. El área cuenta con un equipo multidisciplinario para el apoyo a la docencia, investigación y realización audiovisual.

- Ética en ingeniería y ciencias. Los estudiantes debían comenzar tempranamente a analizar los aspectos éticos de la profesión y continuar este trabajo durante toda su estadía en la Escuela. Para apoyar esto, se desarrolló una metodología que combinaba el apoyo de expertos con el trabajo de los profesores en los cursos.
- Habilidades de comunicación oral y escrita. Diversos diagnósticos, en base tanto a opiniones de académicos, egresados y empleadores, como a través de la prueba

CODICE, coinciden en que los estudiantes requieren desarrollar de mejor manera sus habilidades de comunicación. Para esto, se formó un equipo, con el apoyo de un proyecto FADOP de la Universidad, que formuló una estrategia, con un enfoque similar al de la ética: combinando el apoyo de expertos con el trabajo de los profesores en algunos cursos. El plan trazado se fue implementando y este tipo de habilidades eran reforzadas en los informes de laboratorio, cálculo numérico y tareas.

- FabLab y proyectos innovativos. Con el apoyo de un proyecto FIAC, se habilitó un taller de fabricación digital (FabLab), con una gran cantidad de equipos de prototipado rápido tales como impresoras 3D, cortadora láser, routers CNC, etc., abierto a toda la comunidad de la Facultad.

Planes innovados, rediseño curricular Plan 2019, decreto 2018:

A más de 10 años desde la última revisión de los planes de estudios, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, FCFM, consideró la necesidad de elaborar un nuevo plan de estudios. Esta revisión tuvo como propósito evaluar la pertinencia del plan, potenciar sus fortalezas y subsanar las debilidades, identificadas en los últimos procesos de autoevaluación.

Tras analizar los resultados de los procesos de acreditación de los programas de la facultad, realizados entre los años 2014 y 2015, y en el marco del proyecto ingeniería 2030 de la FCFM, se realiza un estudio de benchmarking, a cargo del comité de armonización curricular del proyecto, con el fin de analizar y evaluar las brechas entre el sistema de títulos y grados y la caracterización de los sistemas de entrada y salida de la FCFM y los modelos de educación superior en el mundo. A partir de un listado inicial de 40 universidades y considerando una serie de criterios: **selección** (Ranking Q&S y Shanghai; **estructura del plan de formación** de pre y postgrado; área geográfica; similitud del sistema de títulos y grados con el modelo FCFM;

factibilidad de sistemas de admisión, etc., se procede en etapas a seleccionar 12 universidades para ser parte del benchmarking y realizar un comparativo. En relación con los rankings, se seleccionan universidades en base a su compatibilidad con la FCFM y las cercanas al top 100, descartando a las universidades demasiado distantes.

La información del benchmarking permitió cuantificar la brecha entre el sistema de títulos y grados que tiene la FCFM y los modelos que existen actualmente en diferentes partes del mundo. Los resultados muestran que sobre el 60% de las universidades del benchmarking tienen una estructura correspondiente a una licenciatura con una duración promedio de 4 años, para luego seguir con un Magíster en Ingeniería o un Magíster en Ciencias con una duración de 2 años aproximadamente. El nivel y duración de estudios que se tiene en las carreras de la FCFM es comparable al de un programa de magíster de orientación profesional, y no difiere en gran medida de lo que constituye una formación de Bachelor con Master of Engineering en otros países. (Informe Benchmarking y Análisis de Brechas: Armonización Curricular, Insumo para discusión, julio 2016).

En relación a la formación de sus egresados, la Facultad busca asegurar las siguientes orientaciones en relación a las competencias declaradas en el perfil:

- Alcanzar un fuerte dominio de las matemáticas y de las ciencias básicas, incluyendo la capacidad para diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos y ser capaces de aplicar estos conocimientos donde se requieran.
- Adquirir una fuerte formación en ciencias de la ingeniería y tener dominio de la tecnología actual y adaptarse a los cambios que ella experimente, también adquirir un dominio de las herramientas experimentales, con aplicación en diversos procesos, considerando un enfoque sustentable en los problemas que enfrenta.

Desarrollar un compromiso ético, respeto al medio ambiente y responsabilidad social y ciudadana y las competencias comunicacionales, trabajo en equipo, emprendimiento e innovación, entre otras (<http://escuela.ingenieria.uchile.cl/pregrado/estructura-general>).

Para ello, en Plan Común se rediseña la línea de proyectos del plan de estudios decreto 2018 en tres cursos: Desafíos de innovación en ingeniería y ciencias, Proyecto en innovación en ingeniería y ciencias y Módulo interdisciplinario, donde este último curso es un hito evaluativo dentro del ciclo inicial y donde los y las estudiantes deben demostrar la adquisición de competencias asociadas a la innovación, al trabajo en equipo, compromiso ético y comunicación, según el nivel de dominio correspondiente. En la especialidad, los cursos también declaran el dominio de competencias de la especialidad, con sus respectivos indicadores de logro.

El diseño curricular que se propone, mantiene la fuerte y sólida formación en ciencias básicas y matemáticas, con un alto nivel de exigencia. Cada curso declara las competencias específicas y genéricas a las que tributa, y el grado de dominio evaluable que el estudiante debe alcanzar al término de Plan Común y al término de los ciclos de licenciatura y de especialidad, cuando corresponde, como es el caso de Geología y de las ingenierías.

Dado este compromiso y considerando los requerimientos declarados por las empresas en el estudio de mercado, es que el Departamento de

Geofísica de la Universidad asume el compromiso de formar geofísicos/as que puedan enfrentar desafíos profesionales y científicos en los siguientes ámbitos: **modelar cuantitativamente los procesos que describen fenómenos geofísicos como: terremotos, maremotos, volcanismo, dinámica atmosférica, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, con el objetivo de simular y/o evaluar amenazas o contingencias naturales o de origen antrópico (peligros sísmicos, volcánicos, eventos meteorológicos extremos, entre otros); resolver, caracterizar, cuantificar procesos geofísicos para evaluar riesgos y prospeccionar recursos naturales, tales como: riesgo sísmico, riesgo climático, riesgo volcánico y detección de estructuras y caracterización de recursos; hídricos, mineros, energéticos, geotérmicos, eólicos y solares; diseñar, evaluar y gestionar proyectos geofísicos para el área minera, hídrica, energética, u organismos relacionados con riesgos naturales, planificación territorial y delimitación territorial, considerando la sustentabilidad (viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental).**

Declarados los ámbitos en el que el geofísico realiza su quehacer, se declaran las competencias específicas o disciplinares en las respectivas menciones (Tierra Sólida y Atmósfera), así como genéricas o transversales que los/las estudiantes deben adquirir y demostrar.

Cabe señalar que el plan de estudio decreto 2018 para ser implementado a partir del 2019, contempla en la licenciatura de Geofísica todos los ajustes señalados.

C. PLAN DE FORMACIÓN

C1. Perfil de Egreso³.

Declaración sintética del Perfil de Egreso del Estudiante

El Geofísico y la Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas es un(a) profesional que emplea mediciones de propiedades del Sistema Tierra para crear y utilizar modelos cuantitativos físico-matemáticos, con el fin de explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica de nuestro planeta, proponiendo así soluciones sustentables a problemas geofísicos.

El egresado y la egresada de la carrera de Geofísica, podrá optar por la mención de Tierra Sólida y Atmósfera, asimismo estará habilitado(a) para demostrar los siguientes ámbitos: *Ciencias de la Geofísica, Geofísica Aplicada y Desarrollo y Evaluación de Proyectos*. Respectivamente en cada uno de ellos lograrán:

- **Modelar cuantitativamente** los procesos que describen los fenómenos geofísicos, tales como: terremotos, maremotos, vulcanismo, dinámica atmosférica, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, con el objetivo de simular y/o evaluar amenazas o contingencias naturales o de origen antrópico, tales como: peligros sísmicos, volcánicos, eventos meteorológicos extremos, entre otros.
- **Resolver, caracterizar, cuantificar procesos geofísicos para evaluar riesgos y prospectar recursos naturales**, tales como: riesgo sísmico, riesgo climático, riesgo volcánico y detección de estructuras y caracterización de recursos; hídricos, mineros, energéticos, geotérmicos, eólicos y solares. El/la

geofísico/a adquiere, procesa, modela e interpreta los datos obtenidos en terreno, con el fin de ubicar y cuantificar recursos, evaluar peligros y riesgos, contribuyendo así al desarrollo socioeconómico del país.

- **Diseñar, evaluar y gestionar proyectos geofísicos** para el área minera, hídrica, energética, u organismos relacionados con riesgos naturales, planificación territorial y delimitación territorial, considerando la sustentabilidad.

Cabe señalar que este perfil es producto del trabajo con amplia participación del estamento académico y estudiantil del departamento. Esta labor consideró como antecedentes los principios orientadores de la reforma curricular de la FCFM (2007, 2018) y el Modelo educativo de la Universidad de Chile. Por lo tanto, se abrió una oportunidad para entroncar el perfil de egreso al diseño de currículos a nivel mundial, siendo explícito respecto al aseguramiento de competencias genéricas (transversales) y, por consiguiente, elaborar estrategias para el cumplimiento de dichos aprendizajes al interior del plan de estudios.

Como parte del proceso de autoevaluación, durante el mes de julio del año 2015 se realizaron encuestas a estudiantes, académicos y egresados de la licenciatura en relación al perfil de egreso. Los resultados dicen de estas encuestas dan cuenta de que:

- >El 100% de los académicos del DGF conocen el perfil de egreso y consideran que está claramente definido.
- >Asimismo, la totalidad de los académicos del programa señala que tuvieron participación en

³ En anexo N°1: Perfil de Egreso de la carrera

la discusión sobre el perfil de egreso. Por su parte, el 83% de los estudiantes indica que conocen el perfil de egreso, mientras que el 90% de los egresados opina que cuando ellos estudiaron la licenciatura, se había definido claramente cuál era el cuerpo de conocimientos mínimos para egresar de la licenciatura.

Los porcentajes de conocimiento del perfil de egreso, de la actual licenciatura, dan cuenta de la amplia y sostenida participación de los miembros de la comunidad del Departamento en su definición y del funcionamiento de las estrategias para difundirlo, tal como con el perfil de egreso de la carrera.

Todo este quehacer da como fruto que la Licenciatura en Ciencias mención Geofísica se encuentra acreditada por 7 años, hasta enero de 2023, licenciatura sería conducente al otorgamiento del título profesional, una vez aprobada la carrera.

C2. Referencial de Competencias

El Modelo educativo de la Universidad de Chile (2018) define que las competencias son un conjunto dinámico e integrado de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten actuar de manera pertinente, fundamentada y responsable en un contexto particular. Las competencias son desarrolladas progresivamente durante el proceso formativo y su grado de logro es susceptible de ser evaluado. En este sentido, el perfil de egreso define competencias específicas y genéricas. En cuanto a las específicas, estas se relacionan con el ámbito particular de la disciplina y en el caso de las genéricas estas tienen relación con desempeños multifuncionales y transversales a diferentes ámbitos (académicos, profesionales, sociales y al de las relaciones interpersonales).

Las competencias específicas que demostrarán estudiantes de la carrera, en relación con los ámbitos de desarrollo: *Ciencias de la Geofísica, Geofísica Aplicada y Desarrollo y Evaluación de Proyectos*, son:

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales, tales como hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

Mención Tierra Sólida

CETS6: Diseñar proyectos para resolver problemas geofísicos requeridos en la prospección de recursos minerales, hídricos y energéticos, o por organismos del servicio público, considerando la viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental, con énfasis en la innovación y utilización de herramientas tecnológicas.

CETS7: Evaluar la factibilidad de la ejecución de proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CETS8: Evaluar resultados de proyectos geofísicos ejecutados por terceros, considerando la ética, la viabilidad socioeconómica y el impacto ambiental, en función de sus objetivos.

Mención Atmósfera:

CEA6: Diseñar proyectos con criterios de sustentabilidad, para contribuir a la solución de problemas atmosféricos logrando determinar y/o caracterizar, entre otros, patrones de circulación del aire, condiciones meteorológicas a diferentes escalas, la dispersión y evolución de contaminantes, mediante la aplicación de herramientas de modelación y observación atmosféricas.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

Estas habilidades serán desarrolladas tanto en el sector público como privado, en las áreas de la minería, sector energético, recursos naturales, generación de energías renovables (solar, eólica, etc.), problemas de contaminación atmosférica e hidrometeorológicos, proponiendo soluciones y alternativas a problemas geofísicos, a través de la generación y aplicación de modelos cuantitativos físico-matemáticos y de ciencia de datos, interpretando críticamente sus resultados con un enfoque científico y tecnológico, considerando su viabilidad socioeconómica, ética y ambiental.

Asimismo, y a partir de los compromisos que devienen de la misión institucional de la Universidad y la Facultad, se incluyen además en la formación del egresado y la egresada las siguientes competencias genéricas para la conformación de un profesional integral:

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

Finalmente, el geofísico y la geofísica de la Universidad de Chile se destacará por una fuerte formación en las ciencias, la preparación para la formación continua, un pensamiento crítico y autocrítico.

C3. Malla curricular

El plan de estudios de la carrera de Geofísica se organiza en una secuencia tal que los estudiantes puedan desarrollar de forma progresiva y sistemática las competencias que comprendan los conocimientos, destrezas, saberes y actitudes relativos al grado y título profesional. Dicha organización asegurará su cumplimiento, considerando una duración mínima estimada organizada en **diez semestres**.

Junto con la malla curricular un elemento técnico necesario fueron las matrices de tributación, estas representan la contribución que realiza cada curso para el logro de las competencias declaradas en el perfil de egreso, tanto para la mención Tierra Sólida como para la Mención Atmósfera (ver anexo). A continuación se presentan las mallas curriculares de cada mención.

MALLA CARRERA GEOFÍSICA: MENCIÓN TIERRA SÓLIDA



PLAN COMÚN				LICENCIATURA				ESPECIALIDAD	
I SEMESTRE	II SEMESTRE	III SEMESTRE	IV SEMESTRE	V SEMESTRE	VI SEMESTRE	VII SEMESTRE	VIII SEMESTRE	IX SEMESTRE	X SEMESTRE
MA1001 Introducción al Cálculo Sin requisitos	MA1002 Cálculo Diferencial e Integral MA1001	MA2001 Cálculo en Variables MA1002, MA1102	MA2002 Cálculo Avanzado y Aplicaciones MA2001, MA2601	MA3403/MA3401 Probabilidades y Estadística/ Probabilidades MA2001	MA3701/IN3171 Optimización/ Modelamiento y Optimización MA2002	GF4029 Análisis de Señales GF3001, FI3104	GF5013 Métodos Inversos Aplicado a la Geofísica MA3701/IN3171, GF4001	GF5909 Trabajo de Habilitación Profesional I GR210	GF6909 Trabajo de Habilitación Profesional II GF5909
MA1101 Introducción al Álgebra Sin requisitos	MA1102 Álgebra Lineal MA1101	MA2601 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias MA1002, MA1102	IN2201 Economía MA2001	GL3101 Geología General MA2002, FZ2004/IQ2212	FI3104 Métodos Numéricos para las Ciencias e Ingeniería MA2002, FZ2002, CC1002	GF4004 Geodinámica GF3001, FI3001	GF3024 Peligros Naturales GF4024, GF4006	GF5009 Exploración por Métodos Sísmicos GF4029, GF4006	GF5021 Geofísica de Campo GF5009, GF5015, GF5016
FI1000 Introducción a la Física Clásica Sin requisitos	FI1100 Introducción a la Física Moderna FI1000, MA1001, MA1101	FI2001 Mecánica FI1000, MA1102, MA1002	FI2002 Electromagnetismo MA2001, MA2601, FZ2003	GF3103 Introducción a la Meteorología MA2002	GF4005 Matemáticas Aplicadas a la Geociencia MA3403/MA3401	GF4022 Mecánica de Fluidos Aplicada a la Geociencia GF4005	IN3301 Evaluación de Proyectos IN2201, MA3403/MA3401/ IN3141	GF5015 Exploración por Métodos de Potencial GF4006	Electivo de Especialidad
CC1000 Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	CC1002 Introducción a la Programación Sin requisitos	FI2003 Métodos Experimentales FI1000, MA1002	FI2004/IQ2212 Termodinámica/ Termodinámica Química IQ2211, FZ2001, MA2001	FI3001 Vibraciones y Ondas MA2002, FZ2002, FZ2001	GF3004 Sistema Climático GF3103	GF4024 Sistemas de Observación GF3004, GF4001	GF3005 Contaminación Atmosférica GF4006	GF5016 Exploración por Métodos Electromagnéticos GF4006	Electivo de Especialidad
CD1100 Desafíos de Innovación en Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	CD1201 Proyecto de Innovación en Ingeniería y Ciencias CD1100	IQ2211 Química CR48 (48 créditos aprobados)	CD2201 Módulo Interdisciplinario CD1201	GF3001 Geofísica General FZ2002	GF4001 Sismología GF3001, FI3001	GF4006 Métodos de Exploración Geofísica GF4001	Electivo	Electivo de Especialidad	
BT1211 Aplicaciones de la Biología a la Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	Formación Integral DR/EH/FG/EI/FT 3	Formación Integral DR/EH/FG/EI/FT 3	Formación Integral DR/EH/FG/EI/FT 3		GF4901 Práctica Profesional I GF3001, GL3101	GF4901 Práctica Profesional II GF4901	Formación Integral EH/FG 3	Formación Integral EH/FG 14	Examen de Suficiencia en Inglés II EI2090

CÓDIGO DEL CURSO	CRÉDITOS
Nombre del Curso	
REQUISITOS DEL CURSO	
Simbología	

MALLA CARRERA GEOFÍSICA: MENCIÓN ATMOSFÉRICA

PLAN COMÚN				LICENCIATURA				ESPECIALIDAD	
I SEMESTRE	II SEMESTRE	III SEMESTRE	IV SEMESTRE	V SEMESTRE	VI SEMESTRE	VII SEMESTRE	VIII SEMESTRE	IX SEMESTRE	X SEMESTRE
MA1001 6 Introducción al Cálculo Sin requisitos	MA1002 6 Cálculo Diferencial e Integral MA1001	MA2001 6 Cálculo en Varias Variables MA1002, MA1102	MA2002 6 Cálculo Avanzado y Aplicaciones MA2001, MA2601	MA3403/MA3401 6 Probabilidades y Estadística/ Probabilidades MA2001	MA3701/IN3171 6 Optimización/ Modelamiento y Optimización MA2002	GF4029 6 Análisis de Señales GF3001, FI3104	GF5013 6 Métodos Inversos Aplicado a la Geofísica MA3701/IN3171, GF4001	GF5909 6 Trabajo de Habitación Profesional I GR210	GF6909 12 Trabajo de Habitación Profesional II GF5909
MA1101 6 Introducción al Álgebra Sin requisitos	MA1102 6 Álgebra Lineal MA1101	MA2601 6 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias MA1002, MA1102	IN2201 6 Economía MA2001	GL3101 6 Geología General MA-2002, FI2004/IQ2212	FI3104 6 Métodos Numéricos para las Ciencias e Ingeniería MA2002, FI2002, CCI002	GF4004 6 Geodinámica GF3001, FI3001	GF3024 3 Peligros Naturales GF4024, GF4006	GF5019 6 Radiación y Percepción Remota GF3024	GF5021 6 Química Atmosférica y Clima GF3005
FI1000 6 Introducción a la Física Clásica Sin requisitos	FI1000 6 Introducción a la Física Moderna FI1000, MA1001, MA1101	FI2001 6 Mecánica FI1000, MA1102, MA1002	FI2002 6 Electromagnetismo MA2001, MA2601, FI2003	GF3103 6 Introducción a la Meteorología MA2002	GF4005 6 Matemáticas Aplicadas a la Geociencia MA3403/MA3401	GF4022 6 Mecánica de Fluidos Aplicada a la Geociencia GF4005	IN3301 6 Evaluación de Proyectos IN2201, MA3403/MA3401/IN3141	GF5022 6 Dinámica de Atmosfera GF3024	Electivo de Especialidad
CC1000 3 Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	CC1002 6 Introducción a la Programación Sin requisitos	FI2003 6 Métodos Experimentales FI1100, MA1002	FI2004/IQ2212 6 Termodinámica/ Termodinámica Química IQ2211, FI2001, MA2001	FI3001 6 Vibraciones y Ondas MA2002, FI2002, FI2001	GF3004 6 Sistema Climático GF3103	GF4024 6 Sistemas de Observación GF3004, GF4001	GF3005 3 Contaminación Atmosférica GF4006	GF5023 6 Termodinámica Atmosférica GF5013	Electivo de Especialidad
CD1100 6 Desafíos de Innovación en Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	CD1201 3 Proyecto de Innovación en Ingeniería y Ciencias CD1100	IQ2211 6 Química CR48 (48 créditos aprobados)	CD2201 3 Módulo Interdisciplinario CD1201	GF3001 6 Geofísica General FI2002	GF4001 6 Sismología GF3001, FI3001	GF4006 6 Métodos de Exploración Geofísica GF4001	Electivo	GF5901 14 Práctica Profesional II GF4901	Electivo de Especialidad
BT1211 3 Aplicaciones de Ingeniería y Ciencias Sin requisitos	CD1201 3 Formación Integral DR/EH/FG/EI/FT		Formación Integral DR/EH/FG/EI/FT			GF4901 7 Práctica Profesional I GF3001, GL3101	Formación Integral EH/FG	GF5901 14 Práctica Profesional II GF4901	EI2090 Examen de Suficiencia en Inglés II
						3 Formación Integral EH/FG	EI1090 Examen de Suficiencia en Inglés I		

CÓDIGO DEL CURSO	CRÉDITOS
Nombre del Curso	
REQUISITOS DEL CURSO	

Simbología

Todas las especialidades profesionales, presentan la siguiente estructura:

>**Licenciatura** de 240 créditos.

>**Especialización** de 60 créditos que considera cursos obligatorios y electivos de especialidad, cursos de formación integral de especialidad y cursos de trabajo de título/habilitación profesional.

Desarrollo de prácticas profesionales que entregan créditos de carácter supernumerario en los créditos totales y que buscan que los/las estudiantes tengan un acercamiento al mundo laboral, donde sean capaces de demostrar competencias del perfil de egreso declarado, ya que la práctica es un hito evaluativo donde los y las estudiantes integran en un contexto auténtico el desempeño de competencias específicas y genéricas de los geofísicos en formación.

>**Trabajo de título/habilitación profesional.**

Cada Departamento define el conjunto de cursos electivos de especialidad que tributan a las competencias del perfil de egreso declarado, la que debe ser presentada a la Dirección de Escuela (Subdirección de Gestión Docente). Podemos señalar que la carrera contempla para una mayor flexibilidad curricular, una bolsa de electivos de especialidad que incluirán ambas menciones, así como electivos de la mención, por tanto el estudiante podrá generar un itinerario acorde con sus necesidades, logros de aprendizaje e intereses de desarrollo personal y profesional.

Para explicar la propuesta de carrera es preciso dar cuenta de la formación de Plan común, ciclo al que ingresan los y las estudiantes al iniciar sus estudios en la FCFM.

Tal como se ha señalado y como se indica en el Reglamento de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas que todas las carreras y licenciaturas de la Facultad presentan como parte de su estructura curricular un Plan común de duración de cuatro semestres (120 créditos). Su propósito es desarrollar en los y las estudiantes de las diez carreras y tres licenciaturas de la Facultad, el conjunto de competencias que les permite adquirir una sólida y

rigurosa formación en ciencias básicas: matemática y física; asimismo, los y las estudiantes se introducen en la aplicación de herramientas de la ingeniería, computación, química, biología y economía, desafíos en innovación y ciencias, para desenvolverse de manera exitosa con fundamentos disciplinares en la carrera o licenciatura. También desarrollan competencias para la resolución de problemas, para el manejo procedimental en el contexto del laboratorio y para explicar y analizar críticamente problemas de las disciplinas.

Considerando lo anterior se solicita la modificación del reglamento al Título XVIII del Plan de Formación de la Licenciatura en Ciencias Con Mención en Geofísica. Quedando como sigue:

Artículo 61:

Grado Académico: Licenciado en Ciencias con mención Geofísica

Título Profesional: Geofísico (a)

Duración de la Carrera: 10 semestres

Artículo 62:

Perfil de Egreso: El Geofísico y la Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas es un(a) profesional que emplea mediciones de propiedades del Sistema Tierra para **crear y utilizar modelos cuantitativos físico-matemáticos, con el fin de explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica de nuestro planeta, proponiendo así soluciones sustentables a problemas geofísicos.**

El egresado y la egresada de la carrera de Geofísica, podrá optar a las siguientes menciones:

- >Tierra Sólida
- >Atmósfera

Ambas menciones, habilitan al egresado/a a demostrar los siguientes ámbitos: *Ciencias de la Geofísica, Geofísica Aplicada y Desarrollo y Evaluación de Proyectos*. Respectivamente en cada uno de ellos logrará:

- **Modelar cuantitativamente** los procesos que describen los fenómenos geofísicos, tales como: terremotos, maremotos, volcanismo, dinámica atmosférica, dispersión

de contaminantes en la atmósfera y cambio climático; con el objetivo de simular y/o evaluar amenazas o contingencias naturales o de origen antrópico, tales como: peligros sísmicos, volcánicos, eventos meteorológicos extremos, entre otros.

- **Resolver, caracterizar, cuantificar procesos geofísicos para evaluar riesgos y prospeccionar recursos naturales**, tales como: riesgo sísmico, riesgo climático, riesgo volcánico y detección de estructuras y caracterización de recursos; hídricos, mineros, energéticos, geotérmicos, eólicos y solares. El/la geofísico/a adquiere, procesa, modela e interpreta los datos obtenidos en terreno, con el fin de ubicar y cuantificar recursos, evaluar peligros y riesgos, contribuyendo así al desarrollo socioeconómico del país.
- **Diseñar, evaluar y gestionar proyectos geofísicos** para el área minera, hídrica, energética, u organismos relacionados con riesgos naturales, planificación territorial y delimitación territorial, considerando la sustentabilidad (viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental).

Artículo 63: Competencias de Egreso

Competencias Específicas:

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales, tales como hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

Mención Tierra Sólida

CETS6: Diseñar proyectos para resolver problemas geofísicos requeridos en la prospección de recursos minerales, hídricos y energéticos, o por organismos del servicio público, considerando la viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental, con énfasis en la innovación y utilización de herramientas tecnológicas.

CETS7: Evaluar la factibilidad de la ejecución de proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CETS8: Evaluar resultados de proyectos geofísicos ejecutados por terceros, considerando la ética, la viabilidad socioeconómica y el impacto ambiental, en función de sus objetivos.

Mención Atmósfera:

CEA6: Diseñar proyectos con criterios de sustentabilidad, para contribuir a la solución de problemas atmosféricos logrando determinar y/o caracterizar, entre otros, patrones de circulación del aire, condiciones meteorológicas a diferentes escalas, la dispersión y evolución de contaminantes, mediante la aplicación de herramientas de modelación y observación atmosféricas.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

Competencias Genéricas:

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

Finalmente, el geofísico y la geofísica de la Universidad de Chile se destacará por una fuerte formación en las ciencias, la preparación para la formación continua, un pensamiento crítico y autocrítico.

Artículo 64: Plan Formativo

1. Plan Común de las Licenciaturas de Ingeniería y Ciencias⁴

Cursos obligatorios	Curso	Línea Formativa	Créditos
I semestre			
MA1001	Introducción al Cálculo	Básico	6
MA1101	Introducción al Álgebra	Básico	6
FI1000	Introducción a la Física Clásica	Básico	6
CC1000	Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias	Básico	3
CD1100	Desafíos de Innovación en Ingeniería y Ciencias	Básico	6
BT1211	Aplicaciones de la Biología a la Ingeniería y Ciencias	Básico	3
II semestre			
MA1002	Cálculo Diferencial e Integral	Básico	6
MA1102	Álgebra Lineal	Básico	6
FI1100	Introducción a la Física Moderna	Básico	6
CC1002	Introducción a la Programación	Básico	6
CD1201	Proyecto de Innovación en Ingeniería y Ciencias	Básico	3
EH/EI/FG/DR/FT	Cursos de formación general, humanista, idiomas y deportes	Complementaria	3
III Semestre			
MA2001	Cálculo en Varias Variables	Básico	6
MA2601	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	Básico	6
FI2003	Métodos Experimentales	Básico	6
FI2001	Mecánica	Básico	6
IQ2211	Química	Básico	6
IV Semestre			
IN2201	Economía	Básico	6
MA2002	Cálculo Avanzado y Aplicaciones	Básico	6
FI2002	Electromagnetismo	Básico	6
FI2004/IQ2212	Termodinámica/Termodinámica Química	Básico	6
CD2201	Módulo interdisciplinario	General	3
EH/EI/FG/DR/FT	Cursos de formación general, humanistas, idiomas y deportes	Complementaria	3
V Semestre			
FI3001	Vibraciones y Ondas	Básico	6
MA3403/MA3401	Probabilidades y Estadística/Probabilidades	Básico	6
GL3101	Geología General	Especializada	6
GF3103	Introducción a la Meteorología	Especializada	6
GF3001	Geofísica General	Especializada	6
VI Semestre			
FI3104	Métodos Numéricos para las Ciencias e Ingeniería	Especializada	6
MA3701/IN3171	Optimización/Modelamiento y Optimización	Especializada	6
GF4005	Matemáticas Aplicadas a la Geociencia	Especializada	6
GF3004	Sistema Climático	Especializada	6
GF4001	Sismología	Especializada	6
VII Semestre			
GF4029	Análisis de Señales	Especializada	6
GF4004	Geodinámica	Especializada	6
GF4022	Mecánica de Fluidos Aplicada a la Geociencia	Especializada	6
GF4024	Sistemas de Observación	Especializada	3
G4006	Métodos de Exploración Geofísica	Especializada	6
	Formación Integral	Complementaria	3
GF4901	Práctica Profesional I	Especializada	7
VIII Semestre			
GF5013	Métodos Inversos Aplicado a la Geofísica	Especializada	6
GF3024	Peligros Naturales	Especializada	3
IN3301	Evaluación de Proyectos	Básico	6
GF3005	Contaminación Atmosférica	Especializada	6
	Electivo	Especializada	6
	Formación Integral	Complementaria	3
EI1090	Examen de Suficiencia en Inglés I		

⁴ En Anexo N°2 se encuentran los programas de cursos de la licenciatura y especialidades

Cursos obligatorios	Curso	Línea Formativa	Créditos
Geofísica Mención Tierra Sólida			
IX Semestre			
GF5909	Trabajo de Habilitación Profesional I	Especializada	6
GF5009	Exploración por Métodos Sísmicos	Especializada	6
GF5015	Exploración por Métodos de Potencial	Especializada	6
GF5016	Exploración por Métodos Electromagnéticos	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
GF5901	Práctica Profesional II	Especializada	14
X Semestre			
GF6909	Trabajo de Habilitación Profesional II	Especializada	12
GF5021	Geofísica de Campo	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
EI2090	Examen de Suficiencia en Inglés II		
Geofísica Mención Atmósfera			
IX Semestre			
GF5909	Trabajo de Habilitación Profesional I	Especializada	6
GF5019	Radiación y Percepción Remota	Especializada	6
GF5022	Dinámica de la Atmósfera	Especializada	6
GF5023	Termodinámica Atmosférica	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
GF5901	Práctica Profesional II	Especializada	14
X Semestre			
GF6909	Trabajo de Habilitación Profesional II	Especializada	12
GF5030	Química Atmosférica y Clima	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
	Electivo de Especialidad	Especializada	6
EI2090	Examen de Suficiencia en Inglés II		

C4. Créditos Transferibles

El futuro plan de estudios de la carrera de Geofísica se rige por el modelo educativo de la Universidad de Chile, con ciclos formativos orientados por un diseño curricular basado en competencias y valorizado en créditos, bajo el sistema de créditos académicos transferibles, SCT- Chile, cuyo énfasis centrado en el proceso formativo permite:

- > Considerar el tiempo que requiere un estudiante para el logro de los resultados de aprendizaje y el desarrollo de las competencias laborales en una determinada actividad curricular.
- > Promover la legibilidad de un programa de formación y la transferencia de estos créditos académicos de una institución a otra.
- > Favorecer la movilidad estudiantil universitaria a nivel nacional e internacional.

Este modelo centrado en el estudiante se complementa en su concepción local (de la Facultad), con la necesidad de establecer un contacto temprano entre los estudiantes y los desafíos y métodos de la ingeniería y las ciencias a través de proyectos, en un contexto de e innovación; asimismo, fomenta el desarrollo de habilidades transversales, a través de la propuesta curricular de los cursos.

Tal como ya se ha señalado, las Universidades del Consejo de Rectores, incluyendo la Universidad de Chile, han acordado implementar el Sistema de Créditos Transferibles (SCT), que busca medir, racionalizar y distribuir el trabajo académico de los estudiantes entre las diversas actividades curriculares que componen su plan de estudios.

La estimación de carga académica para cada curso se realiza en función del programa de curso que considera los créditos asignados al mismo, para el

logro de habilidades (cognitivas, procedimentales y actitudinales) y destrezas. Lo anterior se distribuye en el tiempo requerido para el trabajo presencial (tales como clases, talleres, laboratorios, actividades de terreno, trabajos prácticos y otros), como, asimismo, el tiempo dedicado al cumplimiento de las responsabilidades relacionadas con el curso (tareas, estudio para el aprendizaje, trabajo en grupo, entre otros, que el estudiante debe realizar en forma autónoma).

Para la Facultad, se ha definido que cada crédito corresponde a 27 horas de trabajo académico al semestre (Artículo 17, Reglamento de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Plan 2007), recuperado de <http://escuela.ingenieria.uchile.cl/pregrado/informacion-para-estudiantes/reglamento-de-estudios-plan-2007>

El tiempo de trabajo personal se entiende referido a un estudiante de rendimiento medio.

C5. Articulación entre el pre y el posgrado

Para esta propuesta de carrera, el trabajo se ha enfocado en la articulación con los programas de postgrado del Departamento de Geofísica; dicha articulación *“se refiere a una mayor integración entre procesos formativos, considerando que el aprendizaje se desarrolla a lo largo de toda la vida de la persona y el plan de formación de pregrado es una etapa dentro de ese trayecto vital. Por este motivo, el plan de formación debe valorar y reconocer las diversas experiencias y características de las y los estudiantes que ingresan a la Universidad, así como sus diversas posibilidades de proyección al finaliza el plan. En este sentido, es importante el tránsito de un ciclo de formación a otro dentro del plan también y su articulación con planes de postgrado y postítulo”* (Modelo Educativo Universidad de Chile, 2021, p.36).

>Las licenciaturas, de ocho semestres, otorgan el grado de licenciado; curricularmente, se prepara especialmente a los egresados para una formación de postgrado, dirigida a la obtención de un grado de magíster en Ciencias en algunas de las disciplinas: geofísica, astronomía o física.

>En el caso de las especialidades (ingenierías y geología) otorgan un grado de licenciatura al octavo semestre, lo que le posibilita el ingre-

so a un programa de magíster que puede ser simultáneo o consecutivo a la obtención del título, pudiendo optar: Magíster en Ingeniería o Geología, Magíster en Ciencias de la Ingeniería o Magíster en Ciencias, mención Geología.

C6. Movilidad Estudiantil

Respecto de la movilidad estudiantil, nacional e internacional, en la propuesta de nuevo programa, en el Departamento se han determinado criterios que favorezcan dicha movilidad, acordes a los lineamientos institucionales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

La Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas permite, adicionalmente a la admisión por Prueba de Transición para la Admisión Universitaria, una vía de admisión especial para ingresar a las carreras de Ingeniería, Geología, Licenciaturas y futura carrera de Geofísica.

>**Transferencia interna:** enfocada a estudiantes de la Universidad de Chile con, a lo menos, dos años de estudios y que desean cambiarse a algunas de las carreras o licenciaturas que ofrece la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

>**Bachillerato:** en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas existen 30 cupos para estudiantes que hayan cursado el Programa de Bachillerato en la Universidad de Chile. Los estudiantes que entran a través de este programa, lo hacen a nivel de tercer a cuarto semestre.

>**Transferencia desde otra universidad:** permite a quienes hayan cursado un mínimo de dos años o cuatro semestres de estudios universitarios en el país o en el extranjero, ingresar a la Facultad. Su incorporación dependerá, entre otros aspectos, de una convalidación mínima de cursos, con su respectivo creditaje.

>**Titulado de otra carrera:** admite, mediante un sistema especial de selección, a quienes estén en posesión de un título profesional o de un grado académico otorgado por la Universidad de Chile, extranjera o por otra universidad del Consejo de Rectores. Estos estudiantes

pueden postular a las carreras o licenciaturas que ofrece la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

Alumnos extranjeros: existen 3 cupos para estudiantes que hayan cursado en el extranjero los dos últimos años, o al menos 3 de los 4 últimos años de enseñanza media. Deben cumplir con los requisitos de ingreso a la universidad en el país donde se finalizaron dichos estudios; y rendir pruebas de razonamiento matemático y de conocimientos específicos de física y matemática.

>Deportistas destacados: la Universidad de Chile, cuenta además con un ingreso especial para deportistas destacados, sea a nivel regional, nacional y/o la calidad de preseleccionado o seleccionado nacional en la categoría correspondiente a su edad. Son considerados en forma prioritaria aquellos que representen los requerimientos de las selecciones vigentes de la Universidad.

Sistema de Ingreso Prioritario de Equidad Educativa (SIPEE): La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas decidió ser parte de un proyecto de admisión especial que desde unos años se desarrolla en algunas facultades de la Universidad de Chile y que hoy sigue expandiéndose: el Sistema de Ingreso Prioritario de Equidad Educativa (SIPEE). La iniciativa busca apoyar a los buenos estudiantes de colegios vulnerables con puntaje PSU inferior al puntaje de corte (713).

- Puntaje mínimo de postulación: 650 puntos
- Cupos: 20

>Beca de Excelencia Académica (cupos supernumerarios): Las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores y las universidades adscritas al sistema, tienen un Sistema Especial de Admisión conocido como Beca de Excelencia Académica que otorga cupos adicionales de ingreso (denominados también como Cupos Supernumerarios). Este tipo de ingreso beneficia a los estudiantes que estén dentro del 10% de los mejores egresados de IV Medio de la promoción del año, con los mejores promedios de notas de la enseñanza media de los establecimientos Municipales, Particulares

Subvencionados y Corporaciones Educativas y que además pertenezcan a los cuatro primeros quintiles. Este sistema permite que los alumnos pasen de las listas de espera de cada carrera a la lista de admisión regular.

- Cupos: 25

Programa Equidad de Género: En su preocupación por potenciar la incorporación de la mujer al área de la ingeniería y ciencias afines, desde el 2014 la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile comenzó a implementar el Programa de Ingreso Prioritario de Equidad de Género (PEG), una nueva iniciativa para mejorar la participación femenina en la comunidad estudiantil de Beauchef y así eliminar los sesgos culturales que han limitado históricamente sus opciones de elección y desarrollo. El PEG comenzó el 2014 con el aumento de 40 cupos especiales para mujeres que queden en lista de espera -es decir, bajo el último postulante seleccionado en el proceso regular de admisión establecido por el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas- para el ingreso al Plan Común de la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

C7. Certificación Intermedia y/o Complementaria

Los estudiantes pueden solicitar el grado de licenciado una vez que hayan logrado el creditaje asociado a ello.

C8. Requisitos de Graduación y/o Titulación.

Finalización académica: requisitos de graduación

Las normativas relativas a los requisitos de graduación se encuentran en el Reglamento de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Título X, Artículo 58 y 59, donde se señala que podrán optar al grado de licenciado los estudiantes que hayan aprobado los créditos correspondientes a las asignaturas y actividades curriculares exigidas en el plan de estudios de la licenciatura respectiva. La calificación final del grado de licenciado corresponderá al promedio de las calificaciones obtenidas en las asignaturas y actividades curriculares exigidas⁵.

⁵ <http://escuela.ing.uchile.cl/reglamentos/normas-y-reglamentos/>

Por consiguiente, para obtener el grado de Licenciado en Ciencias, mención Geofísica, es necesario haber cumplido con el plan de estudios de la licenciatura, el cual se rige según el decreto antes mencionado.

Para la obtención del título profesional, el artículo 60 del Reglamento de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Título X, indica que el Rector de la Universidad otorga el Título Profesional a aquellos estudiantes que cumplan con lo establecido en el inciso siguiente y que sean autorizados por la secretaria de estudios de la Facultad.

Obtienen el título profesional los estudiantes que:

a) poseen el grado de Licenciado exigido por la carrera correspondiente,
b) han aprobado las actividades curriculares en la especialidad, y

c) han aprobado las actividades curriculares finales de titulación, que pasan a denominarse Trabajo de Titulación: conjunto de actividades finales de titulación que permiten el otorgamiento del Título Profesional correspondiente. En su Trabajo de Titulación el estudiante realiza un trabajo de habilitación profesional en donde desarrollará un proyecto profesional original, de investigación y aplicado, en cuyo desarrollo debe demostrar su capacidad y criterio para integrar conocimientos, para trabajar en forma autónoma, programada y para presentar en forma sintética y clara sus resultados finales, dentro de los plazos que establecen los artículos 67 y 68 de este Reglamento.

El Examen de Título, consistente en la presentación oral del proyecto aplicado y su defensa.

Por su carácter unitario, la aprobación de cada etapa previa al Examen de Título tiene un carácter condicional. Si el estudiante es reprobado en cualquier etapa o no rinde el Examen de Título en el plazo establecido en el artículo 68 de este Reglamento, la Escuela reemplaza las aprobaciones condicionales de etapas anteriores por reprobaciones.

Los estudiantes que, habiendo aprobado lo establecido en las letras a) y b) del artículo 60, han aprobado también lo establecido en letras a) y b) precedentes y sólo les falta aprobar el examen de título (letra c), adquieren en forma provisional la calidad de Egresados.

Cabe mencionar, que el reglamento de estudios de facultad que aprobamos el año 2018 junto con las nuevas mallas, es el mismo que será aplicado para la nueva carrera de Geofísica, prontamente se constituirá una comisión del Consejo de Escuela que evalúe cambios pensando en todas las carreras de la Facultad, para trabajar el reglamento relacionado con el Trabajo de Título.

C9. Énfasis formativos de la propuesta curricular

El diseño curricular de la carrera considera en su propuesta los principios **flexibilidad, integralidad y articulación**. Siguiendo así lo que plantea el Modelo Educativo, 2018 pg. 35.

“El desarrollo de las propuestas formativas busca posibilitar que el estudiante genere un itinerario acorde con sus necesidades, logros de aprendizaje e intereses de desarrollo personal y profesional. Por otra parte favorece propuestas curriculares más abiertas en cuanto a la integración de las diversas áreas del conocimiento, así como una mayor transversalidad en el proceso formativo, permitiendo la vinculación entre áreas, mediante un trabajo interdisciplinar, en coherencia con la complejidad de los desafíos de la sociedad y el desarrollo del país. Finalmente, promueve y facilita la movilidad de los estudiantes, la cual se orienta a posibilitar el tránsito de un estudiante entre carreras o facultades (movilidad interna) o entre instituciones nacionales e internacionales (movilidad externa)”.

En consonancia con lo anterior, en la formación de los estudiantes se enfatiza la pertinencia y calidad de la propuesta de formación, que se evidencia en un plan de estudios con un trayecto formativo articulado, donde los saberes y aprendizajes responden a las exigencias de una sociedad que exige a los (as) geofísicos (as) ser capaces de demostrar rigurosidad en sus conocimientos y criterio para integrar y utilizar estos conocimientos para resolver problemas y cumplir con las tareas que se le exigen, trabajando en forma autónoma y programada.

Para lo anterior, la formación le permite al estudiante optar por alguna de las dos menciones que ofrece la carrera, asimismo los cursos electivos que se ofrece en la quinto año, permite al estudiante articular su formación con el postgrado o tomar alguna otra decisión que le permita ampliar su conocimiento.

D. DIRECTIVOS, ACADÉMICOS Y PERSONAL DE APOYO

D1. Directivos del nuevo programa de estudios

Descripción de las responsabilidades de los directivos del nuevo programa de estudios.

Tabla 1: Cargo y responsabilidad de los directivos en el nuevo programa.

Nombre del Directivo	Cargo y Responsabilidad en el nuevo programa	Categoría Académica	Dedicación horaria
	<p>Jefe Docente: Académico que debe pertenecer al Departamento responsable de la carrera que coordina. El jefe docente permanecerá en el cargo mientras cuente con la confianza del Director del Departamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> >Integrar el Consejo Departamental, con voz y voto. >Integrar el Consejo de Escuela de Pregrado de la Facultad. >Asesorar y colaborar con el Director de Escuela y el Secretario de Estudios, cuando corresponda, en los aspectos inherentes a la o las carreras de la cual es Jefe. >Asegurar el buen funcionamiento del plan de estudios vigente en la o las carreras. Esta labor deberá ser coordinada con la Dirección de Escuela y la Secretaría de Estudios. >Presidir el Comité Técnico Docente (CTD) de la o las carreras del Departamento. >Citar al CTD departamental cuando lo estime necesario para analizar la marcha de la docencia. >Aplicar todos los instrumentos necesarios para evaluar actividades y cambios curriculares y para realizar el seguimiento continuo de la marcha de la o las carreras en todos sus aspectos académicos. >Proponer soluciones en aquellos cursos con tasa de reprobación excesivas y/o con evaluaciones docentes deficientes. Dichas proposiciones deben ser enviadas al Director de Escuela y al Director del Departamento respectivo. >Decidir en conjunto con el CTD las proposiciones recibidas de parte de los académicos y de los alumnos tendientes al mejoramiento de la gestión docente. >Someter a revisión los planes de estudios de la o las carreras y sugerir posibles modificaciones. >Velar por el cumplimiento de los programas oficiales de cada asignatura. >Revisar y autorizar nuevos cursos electivos que se propongan y mantener un listado actualizado de los mismos. >Realizar seguimiento de los alumnos ingresados cada año a la especialidad y su evolución académica a través de la o las carreras. >Procurar la existencia de un registro de los alumnos titulados y en lo posible su ubicación laboral. >Asegurar la oferta académica de la o las carreras del Departamento, definiendo el listado de cursos por semestre, proponiendo número de secciones, coordinando horarios, asignando docentes, etc. >Autorizar la inscripción con excepción de requisitos u horarios y de asignaturas que tengan el requisito AUTOR. >Mantener contacto con el medio externo para conocer las nuevas exigencias laborales y sugerir convenios institucionales. >Revisar los ingresos especiales, las homologaciones, las convalidaciones de estudios y las revalidaciones de título, y proponer las actividades a realizar en cada caso. >Supervisar la movilidad estudiantil desde y hacia el Departamento. >Presidir el Comité de Becas departamentales y regular su asignación y continuidad. >Seleccionar y proponer los candidatos a mejores docentes y a mejores alumnos. (Extraído de http://escuela.ingenieria.uchile.cl/reglamentos/normas-y-reglamentos) 	<p>Profesor Asociado o Titular, de jornada Completa del Departamento</p>	<p>10 horas/ semana 10 horas/ semana</p>

D2. Académicos comprometidos para ejercer docencia

Debe incluir a lo menos los docentes necesarios para el primer año del nuevo programa de estudios. Incluir los curriculum vitae en anexos.

Tabla 2: Académicos y cursos que imparten.

Nombre del Académico	Título(s)	Grado(s)	Indicar número de horas contratadas	Curso(s) asignado(s)
Jaime Campos	Dr.		44	GF3001
Diana Comte	Dra		44	GF3001
Eduardo Contreras	Dr.		44	GF4004, GF4021, GF4102
Daniel Díaz	Dr.		44	GF3001, GF4006, GF5016, GF502
Laura Gallardo	Dra		44	GF3103
René Garreaud	Dr.		44	GF3103
Nicolás Huneeus	Dr.		44	GF3022
Andrei Maksymowicz	Dr.		44	GF5015, GF5021
Ricardo Muñoz	Dr.		44	GF5010
Francisco Ortega	Dr.		44	GF5013, GF5017
Mario Pardo	Dr.		22	GF4001
Maisa Rojas	Dra		44	GF3004
Roberto Rondanelli	Dr.		44	GF4024
Javier Ruiz	Dr.		44	GF4005, GF4029
Sergio Ruiz	Dr.		44	GF4001, GF4101
Emilio Vera	Dr.		44	GF4006, GF4102, GF5015, GF5021

D3. Perfil de los académicos que se contratarán para completar el desarrollo del programa hasta su término

Por "perfil" debe entenderse el conjunto de los requisitos académicos que deberán reunir los académicos para ser incorporados: títulos, estudios de posgrado o postítulo, experiencia profesional, experiencia docente o en investigación u otros.

- >Perfil de los Docentes para la formación básica:
- >Perfil de los Docente para la formación especializada:

Para formación especializada, el académico debe cumplir con uno de los 2 requisitos siguientes. Si se trata de un académico a tiempo completo, debe tener el grado de doctor.

- Grado de doctor en programas de especialización en Ciencias de la Tierra, Ciencias Naturales, Geofísica o afines.
- Grado de magister, con experiencia profesional mayor a 5 años en campos como geofísica de exploración para estimación de recursos naturales a nivel nacional o internacional.

Mecanismos de contratación

Según el Reglamento General de Facultades cada departamento de la Universidad de Chile debe tener a lo menos 12 académicos a jornada completa equivalentes. La Facultad por su parte ha implementado un procedimiento común para todos los departamentos para la contratación de académicos a jornada completa, estableciendo que el concurso debe ser de carácter internacional, y los candidatos deberán poseer al menos el

grado de doctor en su especialidad y demostrar capacidad de investigación. El proceso consta de las siguientes etapas:

>Solicitud de contratación: Presentada por el director de departamento a la Dirección Académica y de Investigación (DACI), respaldando la solicitud con un informe de análisis completo de la necesidad de contar con nuevo personal, el área de investigación a desempeñar, la docencia que cumplirá (de acuerdo a los estándares de la FCFM) y demostrar capacidad de asumir el financiamiento de las remuneraciones.

>Llamado a concurso: Aceptada la solicitud, la DACI formalizará el llamado a concurso en el medio nacional, y el departamento hace lo propio en el medio internacional.

>Revisión de antecedentes y preseleccionados: Una vez recibidos los antecedentes de los postulantes, una comisión evaluadora ad hoc definirá una lista de pre-seleccionados, justificando ante la DACI los argumentos tanto de los pre-seleccionados como de los no pre-seleccionados.

>Entrevista y evaluación de cumplimiento de perfil: Los pre-seleccionados deberán presentar una conferencia acerca de su área de investigación y sus aplicaciones en la docencia de pregrado y postgrado. A esta conferencia, coordinada por la DACI, asistirán los miembros de la Comisión de Concursos Académicos de la FCFM y académicos interesados.

>Decisión de contratación: Con los antecedentes recién expuestos, se cita a la Comisión de Concursos Académicos y al director del departamento respectivo para la decisión final.

Una vez seleccionado al postulante, la DACI emite un Acta para ser enviada a la Comisión de Evaluación Académica de la FCFM. A su vez, el departamento enviará los antecedentes académicos del seleccionado(a) y la proposición de jerarquización emitida por la Comisión Evaluadora Departamental.

La Comisión de Concursos Académicos de la Facultad está integrada por el Decano, Vicedecano, Director Académico y tres académicos (profesores titulares y asociados) ratificados por el Consejo de Facultad. Tiene a su cargo evaluar y resolver los concursos académicos. Uno de los factores considerados es la propuesta de los postulantes en cuanto a su dedicación docente.

Este procedimiento, aprobado en 2011 por la Dirección Académica y de Investigación de la Facultad, ha sido de gran importancia para definir y aumentar el cuerpo académico de la Facultad tanto en número como en calidad.

El nombramiento es unilateral, es decir, la autoridad, dotado de sus facultades, nombra a las personas para ejercer actividades académicas en general. Los nombramientos poseen las calidades jurídicas de: Propiedad, Suplencia y Contrata. Los nombramientos en Propiedad se realizan en un cargo de la Planta de la Universidad y es de carácter indefinido. Los nombramientos en calidad de Suplente o Contrata, son por períodos definidos.

Las Contratas pueden establecerse por períodos y solo durante el año calendario. A la fecha de término de dichos nombramientos, pueden ser renovados o no por un nuevo período, sin exceder al 31 de diciembre de cada año. Los nombramientos en calidad de Suplente son por períodos definidos y pueden realizarse en cualquier época del año.

Las remuneraciones del personal académico están determinadas por la jerarquía en la que este es calificado. Los académicos pueden postular al cambio de jerarquía en la medida que cumplan con los requisitos académicos establecidos en cada nivel. Una vez promovidos se les asigna el nuevo sueldo.

Además, existe a nivel de Universidad una bonificación llamada "Asignación Universitaria Complementaria Incremental" (AUCAI) para académicos y académicas, que se comenzó a implementar desde el año 2007 con el fin de incentivar la permanencia y compromiso de los cuerpos académicos y estimular la labor docente.

Las condiciones para acceder a la AUCAI son:

Tener nombramiento en planta o contrata con 22 horas o más y estar jerarquizado académicamente en las carreras académicas ordinaria o docente.

>Estar en las jerarquías de profesor titular, asociado, asistente e instructor. Se otorgará el beneficio de acuerdo a la jerarquía y jornada que tenga el académico al momento de cierre del plazo de postulación.

>Haber obtenido calificación nivel bueno (3) en el último proceso de calificación académica, salvo quienes no hayan sido calificados.

>No exceder las permanencias máximas en las jerarquías académicas (asociado, 12 años; instructor, 8 años).

>No realizar actividades docentes o de administración docente en otras universidades, institutos profesionales o centros de formación técnica mientras se recibe la AUCAI, salvo aquellas actividades asociadas a un convenio institucional específico.

Adicionalmente los académicos y académicas de media jornada y más (22 a 44 horas) deberán cumplir con las siguientes condiciones:

>Poseer una dedicación promedio en docencia de pregrado equivalente, al menos, a un 30% de la jornada de nombramiento en los dos años consecutivos que incluyan el año en que se está optando a la bonificación.

>El porcentaje de dedicación a la docencia recién señalado puede flexibilizarse en caso de que el académico cumpla con labores de administración docente (dirección de escuela, departamento, jefatura de carrera, etc.).

Mecanismos de evaluación y promoción

Los académicos de la facultad, así como de toda la universidad se rigen por el Reglamento General de la Carrera Académica⁶. Este reglamento establece tres Categorías Académicas:

La categoría Académica Ordinaria, con cinco rangos consecutivos:

- Titular.
- Asociado.
- Asistente.
- Instructor.

Proceso de evaluación académica y promoción de jerarquía

Según el Reglamento General de Carrera Académica de la Universidad, cada Facultad o Instituto tiene Comisiones especialmente designadas para los procesos de evaluación académica, las que ocupan altos criterios de evaluación de excelencia, con el fin de mantener un cuerpo académico de altos estándares. Dicho reglamento reconoce tres tipos de comisiones de evaluación:

>Comisión Superior de Evaluación Académica (CSEA). Es el organismo superior dentro del proceso de evaluación académica. Sus funciones principales son: Ratificar los acuerdos de la Comisión de Evaluación Académica de Facultad en los casos que corresponda, Resolver apelaciones de los académicos e impartir recomendaciones a las Comisiones de Facultad. El Rector propone a los miembros de esta Comisión, para ser aprobados por el Consejo Universitario, y deberá estar integrado por 12 miembros permanentes y tres suplentes, todos jerarquizados en el rango superior (Profesor Titular) y deben contar con más de cinco años de antigüedad en él.

>Comisión de Evaluación Académica de Facultad o Instituto (CEAF) Es el organismo creado por defecto para el proceso de evaluación de cada Facultad o Instituto interdisciplinario, cuyas funciones entre otras son de recibir las solicitudes, estudiar los antecedentes y decidir el ingreso o promoción, mediante resolución fundada, al rango correspondiente en la Carrera Académica Ordinaria o en la Carrera Académica Docente. La CEAF está conformada por siete miembros permanentes y dos suplentes, todos jerarquizados en el rango superior (Profesor Titular), siendo aprobados por el consejo de Facultad o Instituto Interdisciplinario.

⁶ Se puede adjuntar como anexo.

>Comisión de Evaluación Académica por Departamento (CEAD) Para atender las particularidades de la estructura universitaria y su quehacer, el Reglamento General de Carrera Académica, estipula de manera opcional, la constitución de Comisiones por Departamento, cuya propia constitución y funciones dependerán de la respectiva Comisión de Facultad. La Comisión de Evaluación Académica Departamental es formada por tres académicos de las dos más altas categorías siendo al menos uno de ellos Profesor Titular.

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, cuenta tanto con Comisiones de Evaluación Académica Departamentales como de la Facultad. Estas comisiones proponen a la CEAF los casos debidamente fundamentados de cambios de jerarquía de sus académicos. La CEAF estudia los casos presentados anualmente y luego acepta o rechaza por unanimidad las solicitudes presentadas. En caso de ser rechazada la solicitud de re-jerarquización, los académicos pueden apelar directamente a la Comisión Superior de Evaluación Académica (CSEA). En el caso de aceptación, este es elevado a la CSEA para su ratificación, para los Profesores Asociados y Profesores Titulares. En las categorías más bajas no es necesaria la ratificación por la CSEA y el o la académico/a es notificado directamente de su ascenso por la CEAF.

Incentivos para la investigación

Además de reconocer la investigación para el avance en la carrera académica, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas posee actualmente diferentes mecanismos concebidos para apoyar e incentivar la investigación que realizan sus académicos, disponiendo de apoyo financiero para los académicos recientemente contratados, otorgándoles fondos para desarrollar proyectos de "Inserción Académica", el cual les permite dar un impulso inicial a sus investigaciones, mientras postulan y consiguen fondos de investigación, en circuitos concursables externos. Dentro de ellos destacan:

>**Apoyo financiero para inserción académica:** Son fondos asignados para compra de equipos menores, materiales e insumos de laboratorio, bibliografía, artículos de computación

y pago de honorarios para ayudantes de investigación (no contempla el pago de honorarios para el investigador). El monto asignado dependerá del análisis de cada proyecto.

>**Recursos para realizar estadias cortas en el extranjero:** La FCFM apoya la asistencia de sus académicos a eventos de investigación científica, y estadias de investigación. El monto de apoyo económico, denominado "ayuda de viaje", se asigna conforme al tipo de solicitud, lugar, calidad del evento y tiempo de permanencia.

Mecanismos de evaluación docente

Todos los cursos impartidos en la Facultad cuentan con un mecanismo de evaluación docente, que se aplica semestralmente, llamado "Encuesta Docente", en el cual los estudiantes son encuestados sobre su experiencia de aprendizaje en los cursos. Esta encuesta abarca preguntas sobre:

- Conocimiento y dominio de las materias (del docente)
- Habilidades pedagógicas (del docente)
- Organización del curso
- Diseño del curso
- Docencia auxiliar
- Relaciones interpersonales
- Evaluaciones (pruebas, exámenes)

Los resultados de la encuesta de evaluación docente son revisados a nivel departamental y de escuela. El análisis longitudinal, es decir, de la evaluación de los docentes en varios períodos, es utilizado para realizar ajustes curriculares o cambios en la asignación de los profesores a cargo de los cursos en caso de ser necesario.

Perfeccionamiento docente:

El proceso del perfeccionamiento académico ha sido un compromiso institucional tanto desde Vicerrectoría de Asuntos Académicos, que impulsa acciones centralizadas para toda la Universidad, como desde cada una de las Unidades Académicas de las respectivas Facultades. Con el entrenamiento y desarrollo constante se busca potenciar el desempeño docente, entregando

oportunidades de mejoramiento a una labor centrada en la misión de una Institución Superior de carácter público, nacional y pluralista, que hace suyo el propósito de una nueva ciudadanía acorde con los desafíos del contexto globalizado.

A nivel de Universidad, funciona una Unidad de Desarrollo y Perfeccionamiento Docente (UDPD), cuya misión es apoyar a los académicos en la adquisición de herramientas y nuevas metodologías de enseñanza aprendizaje que permitan mejoras al interior de las Unidades Académicas, en un proceso que necesita de una poderosa habilitación docente para confrontar los nuevos desafíos que enfrentará la Universidad.

Junto con esto también se propone formar a las nuevas generaciones de docentes en sus carreras incipientes, enfrentando la política de retiro voluntario planteada por la institución; identificar y proyectar el aporte de las acciones de perfeccionamiento en los procesos de evaluaciones y calificaciones; y reconocer los tiempos dedicados por los académicos a la docencia y su mejoramiento.

A nivel de la Facultad, en el año 2008 se crea el Área de Desarrollo Docente (ADD), que es un organismo asesor perteneciente a la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM. Para la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la ADD ofrece a la comunidad de académicos de la Facultad asesoría y acompañamiento en las siguientes temáticas:

- >Innovación docente: análisis y ajuste de resultados de aprendizaje, incorporación de nuevas metodologías, estrategias de evaluación o tecnología educativa.
- >Competencias transversales para ingeniería y ciencias: definición, desarrollo y evaluación de competencias como ética profesional, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo o liderazgo.
- >Formulación de proyectos para el fortalecimiento de la docencia en ingeniería y ciencias
- >Otras necesidades pedagógicas que manifieste la comunidad académica.

- >Talleres de perfeccionamiento docente dirigidos a académicos y profesores de jornada parcial y un programa de formación para profesores auxiliares y ayudantes.

Como parte de un proceso de aseguramiento de calidad y mejora continua, en el año 2015 surge el Área de Aprendizaje en Ingeniería y Ciencias, cuya misión es apoyar a los académicos en innovaciones docentes que vuelvan a poner en el centro al estudiante y alcanzar mejores aprendizajes.

Para ello, y tal como señala el área de aprendizaje, esta ofrece apoyo a la comunidad académica en:

Desarrollo de equipos docentes:

- >asesoría metodológica para mejorar el logro de resultados de aprendizaje.
- >formación de ayudantes y auxiliares.
- >cursos o talleres a solicitud de Departamentos o abiertos.

Retroalimentación a la docencia:

- >retroalimentación de la práctica docente (observación de clases, análisis de encuesta docente, etc).

Docencia con medios virtuales:

- >asesoría educativa para la inserción pertinente de productos audiovisuales o realización de clases vía streaming.
- >grabación y postproducción de videos diseñados con los asesores.

Como parte de un proceso de aseguramiento de calidad y mejora continua, en el año 2015 surge el Área de Aprendizaje en Ingeniería y Ciencias, cuya misión es alcanzar mejores aprendizajes a través de innovaciones docentes que vuelvan a poner en el centro al estudiante.

Para ello, y tal como señala el área de aprendizaje, esta ofrece a apoyo a la comunidad académica en:

Desarrollo de equipos docentes:

- >asesoría metodológica para mejorar el logro de resultados de aprendizaje.

Apoyo a la docencia desde lo curricular:

En tanto, dada la necesidad de velar por la coherencia curricular de los programas, el año 2014 se crea la unidad de Gestión curricular que posteriormente pasa a ser el Área de Gestión Curricular (AGC), cuya misión es articular, orientar, y asesorar los procesos de diseño, instalación, implementación y evaluación curricular de las carreras y programas de pregrado y posgrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Para ello, los objetivos estratégicos de esta área consisten en mantener actualizada la propuesta de formación de cada programa, cumpliendo con los máximos estándares de la Facultad, las exigencias reglamentarias y las expectativas educativas y profesionales que demandan tanto los estudiantes como la Universidad y el medio externo, orientando el proceso de gestión y ajuste del currículum en las fases de diseño, instalación, implementación y evaluación de los programas.

Esta tarea considera:

- > articular las líneas de trabajo curricular con el Área de Gestión Curricular y las Jefaturas Docentes de Carrera (y sus CTD) a través de canales efectivos de comunicación que faciliten el flujo de información y dirijan de forma localizada las ayudas y apoyos requerido por cada programa para dinamizar sus procesos.
- > socializar e involucrar activamente a los distintos actores de la comunidad en la revisión y análisis permanente de sus procesos curriculares (perfil, malla y programas de cursos) y el logro de las competencias de egreso declaradas en los perfiles.
- > promover la vinculación de pre-grado con post-grado, considerando las líneas profesionales y académicas de desarrollo de los departamentos.

Esta área sustenta su trabajo en un modelo de gestión en concordancia con el Modelo Educativo de la Universidad de Chile, forma de trabajo que compromete la participación de los equipos directivos y académicos en los procesos de revisión y

ajuste de la oferta educativa, desde la sistematización de prácticas curriculares a la construcción de planes de trabajo contextualizados a las necesidades de los programas, en un proceso de revisión, monitoreo y actualización continua de los perfiles, planes de formación y programas de cursos.

Este modelo compromete una serie de fases de trabajo:

Fase **política**: el equipo directivo toma decisiones y acuerdos iniciales para desarrollar un trabajo de revisión reflexivo, ordenado y sistemático respecto de la revisión del perfil de egreso y del plan de estudios.

La segunda fase a considerar es la de **diseño**: en esta parte del proceso de gestión se hace un (a) levantamiento de información de necesidades formativas, (b) se establece un acuerdo inicial sobre el perfil de egreso y su ajuste o rediseño, (c) se valida la propuesta de dicho perfil, (d) se organiza la malla curricular y se determina la tributación de los cursos. Por su parte, la fase de instalación considera un trabajo de diseño y actualización de los programas de curso en concordancia con las competencias del perfil de egreso. Mientras, en la fase de **implementación** se diseña el syllabus de los cursos considerando la propuesta del programa de curso y se habilita a los académicos en estrategias metodológicas.

La última **fase de evaluación** considera un monitoreo de los procesos curriculares, para una toma de decisiones acordes a las exigencias de la formación.

El trabajo se ha caracterizado por la socialización, discusión, reflexión y análisis del currículum en distintas jornadas de trabajo. Asimismo, el AGC, entiende que *“una educación de calidad es aquella que crea los medios, el sistema, los procesos, las estrategias educativas para fomentar de modo reflexivo, creativo, crítico, eficiente y efectivo, el desarrollo humano integral”* (Villarini, 2000, p.2).

Durante los años 2017 y 2018, los académicos del Departamento trabajaron en el diseño y ajuste de los programas de la licenciatura, en sesiones re-

gulares de trabajo, los que fueron validados por el Comité Técnico Docente (CTD).

La instancia de diseño o rediseño del programa de curso es un proceso de trabajo colaborativo, relevante para la fase de instalación dentro del Modelo de Gestión Curricular, fase del modelo que orienta el trabajo de los Departamentos respecto de sus planes de estudio a nivel microcurricular (curso). La labor de rediseño permite un proceso de reflexión del o los académicos sobre la propuesta formativa del curso para potenciar las mejoras.

Es un ejercicio reflexivo y colaborativo sobre la propia práctica docente donde los académicos analizan críticamente su trabajo y pueden reorientar sus prácticas pedagógicas, en función de las necesidades de los estudiantes, de los cambios tecnológicos y de los requerimientos de la sociedad y del mundo laboral.

La labor de validación considera sesiones entre académicos y asesoras donde se revisa minuciosamente cada programa de curso y que, a través del diálogo participativo, se revisan dichas propuestas de curso, a partir de una serie de preguntas orientadoras donde se recoge evidencia para que el equipo docente revise y realice los ajustes, con el propósito que el producto final evidencie el diseño de situaciones complejas y desafiantes para el estudiante, que se plasman en el programa rediseñado.

Áreas de apoyo a la docencia en el desarrollo de competencias genéricas en un contexto situado

Por último, como parte del acompañamiento al quehacer académico, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, se crea el Programa de Alfabetización Académica y Profesional FCFM que promueve el desarrollo de las competencias comunicativas avanzadas al interior de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas a través de un conjunto de dispositivos pedagógicos, didácticos y curriculares integrados y articulados. El programa propone tres líneas de acción para lograr el desarrollo de esta competencia: en pri-

mer lugar, la formación intensiva en lectura y escritura académica y profesional; en segundo lugar, la inserción curricular de la competencia genérica de comunicación académica y profesional. Finalmente, la evaluación de dicha competencia se realiza junto con el equipo AGC. Este programa es parte del Área de Idiomas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

D4. Fundamentación de la idoneidad del cuerpo directivo y académico

La Unidad Académica debe exponer los fundamentos en virtud de los cuales estima que el cuerpo directivo y docente asignado es adecuado en número, dedicación horaria y calificación académica, para responder a los objetivos del programa, así como al perfil de egreso declarado, la misión y fines de la Unidad y la Universidad.

Tal como se señaló un aspecto relevante que permite dar viabilidad a este proyecto es la calidad de sus académicos y académicas: todos los académicos asociados a la licenciatura tienen el grado de doctor y participan de manera activa en investigaciones y actividades del quehacer disciplinar, a nivel nacional e internacional. El vínculo investigación-docencia es virtuoso. La investigación al más alto nivel permite el desarrollo de una docencia actualizada sobre diversos temas de la geofísica.

D5. Personal de Apoyo

Señalar los cargos del personal de apoyo asociados al programa, indicando en número y la descripción de sus responsabilidades.

Cargos	Funciones	N° de personas	Dedicación horaria destinada al programa
Profesionales	Secretaría docente:		
Secretaría Docente	<ul style="list-style-type: none"> >Difusión del Perfil de Egreso. >Seguimiento de la progresión de alumnos. 	1	22
Instrumentista(s)	<ul style="list-style-type: none"> >Control de alumnos titulados. >Análisis de la encuesta docente y entrega de reporte de resultado. >Análisis de la encuesta de prácticas de vacaciones. >Modelo de gestión de la relación con profesores de jornada parcial. >Sistema centralizado de concurso y asignación de ayudantías. >Programación de controles. >Catastro de actividades de perfeccionamiento docente para profesores y ayudantes. Función, contactarse con el A2IC, con el fin de promocionar esos cursos para profesores que lo quieran. (conocer la oferta de curso a los cuales pueden acceder los profesores). >Apoyo y control en preparación catálogo de cursos otoño y primavera, incluyendo horarios y profesores. >Propuestas de mejoramiento gestión de horarios, evaluaciones y módulos a nivel de Departamento. >Identificar alumnos con problemas académicos y derivar a las unidades correspondientes Calidad de vida, por ejemplo. <p>Instrumentista: Mantenimiento de equipamiento geofísico para terreno Apoyo logístico en labores de terreno.</p>		

D. ADMISIÓN

E1. Perfil de Ingreso

Sistema de admisión y selección

El proceso de admisión y selección a la carrera está reglamentado institucionalmente y establece, en forma general, la postulación, selección, ingreso, permanencia, promoción, egreso, graduación y titulación de los estudiantes^{7 8}.

A la Escuela de Ingeniería y Ciencias ingresan anualmente 685 alumnos (ingreso regular) provenientes de todas las regiones del país, y 123 alumnos adicionales a través de mecanismos especiales, descritos más adelante. Los alumnos ingresan a un programa de Plan Común, que dura 4 semestres y que entrega una sólida base en física y matemática, necesaria para desenvolverse en el mundo profesional actual.

Esta modalidad posibilita además la postergación de la elección de la carrera hasta una etapa en que los intereses de los alumnos están más definidos en sus intereses vocacionales. La rigurosa formación de Plan común busca asegurar en parte, el éxito de los estudiantes en los cursos superiores de las especialidades que eligen.

Elección de la vocación

Los estudiantes luego de finalizar el Plan Común de la FCFM deben optar por continuar estudios en alguna de las nueve ingenierías, o en la carrera de Geología o en la futura carrera de Geofísica o las tres licenciaturas en ciencias, (menciones Física, Geofísica o Astronomía).

Con el objetivo de entregar información y orientación vocacional a los estudiantes de Plan Común que están en el período de elección de especialidad, la Facultad y los Departamentos han

organizado una serie de actividades que se han ido perfeccionando y complementando en el tiempo.

La Facultad ha realizado desde hace más de una década ferias vocacionales y ciclos de charlas orientadas a alumnos del plan común. La Oficina de Difusión de la Facultad fue creada en 1996 bajo el alero de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Desde el año 2006 esta oficina pasó a formar parte de la estructura de Facultad y ha organizado actividades que apoyan el proceso de decisión de los estudiantes de Plan Común a través de ferias del estudiante, Feria Vocacional, ciclos de charlas, Puertas Abiertas de Facultad, Festival de Ingeniería, entre otras (Ver anexo Actividades Orientación Plan Común). Algunas de estas actividades duran varios días y se focalizan al menos una mañana o una tarde en los estudiantes de plan común. También hay una focalización en estudiantes de enseñanza media, padres de los estudiantes y comunidad en general. El Centro de Estudiantes de Plan Común también organiza charlas vocacionales a las que invita a profesionales y académicos de las distintas especialidades. Estas charlas son coordinadas con la oficina de Difusión de Facultad y respaldadas con participación de académicos de los Departamentos.

Desde el año 2008 la Escuela de Ingeniería y Ciencias, creó un área especializada, encargada de entregar una oferta de apoyo integral a los alumnos con el fin de contribuir a favorecer la calidad de vida de los estudiantes tanto en el ámbito personal como estudiantil y futuro profesional. Es así como se creó la Unidad de Calidad de Vida, la que trata, por una parte, la consejería en el ámbito académico, la orientación vocacional y la evaluación psicológica. Esta unidad está compuesta por una coordinadora, una secretaria y dos psicólogas. Dentro de las actividades

⁷Anexo II B: Reglamento de Estudiantes de la Universidad de Chile

⁸Anexo VI D: Reglamento de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Plan 2007)

programadas se destaca el Taller de Análisis Vocacional para alumnos de plan común, luego del cual se detectan los casos que sean necesarios trabajar de manera individual y se derivan a la atención individual.

Por otra parte, y de forma creciente desde 2008 a la fecha, los Departamentos están desarrollando estrategias de difusión de las especialidades que sirven de apoyo a la orientación académica y vocacional de los estudiantes de Plan Común a través de jornadas departamentales de apertura a los alumnos donde ofrecen charlas de perfil profesional, orientación experiencial de ex alumnos y académicos, así como talleres abiertos en los distintos laboratorios que disponen. Los Departamentos participan también activamente en las actividades que organiza la Facultad en días de puertas abiertas, ferias y festivales.

El DGF, además de participar desde hace años con la oficina de difusión de Facultad tanto en las actividades de orientación como en la realización de material audiovisual para estos propósitos, durante el último año generó una serie de actividades

al interior de la Facultad que permitieron dar a conocer al departamento en general y a la licenciatura en particular. Entre ellas destacan “la semana de la licenciatura” (cuyos afiches ya fueron presentados en este informe) y la celebración de los 50 años del DGF, que contó con un cronograma de actividades durante todo el mes de noviembre (<http://www.dgf.uchile.cl/noticias/117996/50-anos-dgf-renovando-un-compromiso>).

Hacia las afueras de las aulas de la FCFM, el DGF participa activamente del Programa Explora, iniciativa creada por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), cuya misión es “contribuir a la creación de una cultura científica y tecnológica en la comunidad, particularmente en quienes se encuentran en edad escolar, mediante acciones de educación no formal con el objeto de desarrollar la capacidad de apropiación de los beneficios de estas áreas”⁹.

Esta iniciativa permite dar a conocer la disciplina geofísica en la etapa escolar e incentivar su estudio dada la relevancia que posee para el país.

E2. Requisitos de admisión

Indicar requisitos y ponderaciones para el proceso de admisión 2017, tales como: puntaje PSU mínimo; y la forma de construirlo. Por ejemplo:

La principal vía de admisión a la FCFM es a través de la Prueba de Selección Universitaria (PSU) según las siguientes ponderaciones:

Requisitos de ingreso 2021 (porcentajes):	
Notas de enseñanza media	10%
Ranking de egreso	20%
Prueba de comprensión lectora	10%
Prueba de Matemáticas	45%
Prueba de Ciencias	15%

⁹ <http://www.explora.cl/index.php/quienes-somos/mision-y-objetivos>

E3. Número de Vacantes

Número de vacantes en Admisión Regular (datos 2021):

Ingreso regular	03
Extranjeros:	17
Deportistas:	25
Sistema de ingreso prioritario de equidad educativa (SIPEE):	20
Programa de ingreso prioritario de equidad de género (PEG):	40

F. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO

Nota: Es solo información referencial ya que este estudio es analizado por la Vicerrectoría de Asuntos Económicos y Gestión Institucional.

Expresar como puntos mínimos el dimensionamiento de recursos para la implementación del nuevo programa o carrera, en términos de:

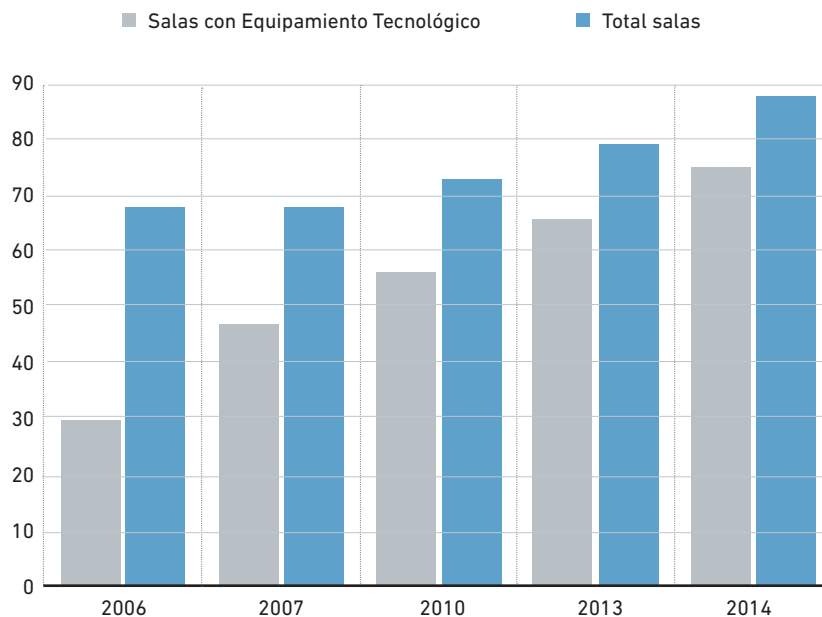
- >Infraestructura
- >Profesores
- >Profesional(es) de apoyo (instrumentista(s))
- >Material bibliográfico y didáctico en general
- >Recursos tecnológicos y para la información
- >Equipamiento para laboratorios y talleres
- >Campos de práctica profesional
- >Otros

Aspectos generales de infraestructura

Una preocupación permanente ha sido mantener con altos estándares de calidad los espacios destinados al desarrollo de la docencia. En el año 2007 se implementó un proyecto para intervenir todas las salas de clases del Edificio de Geología, dejando 17 salas de clases con equipamiento audiovisual, amplificación cuando se requería, equipamiento computacional, mobiliario, pizarras, iluminación, entre otros, completando 47 salas equipadas, para

uso de los estudiantes de Plan Común, de las 67 disponibles. A fines del año 2013 se contaba con 79 salas de clases de las cuales 66 se encontraban equipadas y en el año 2014 se sumaron 8 salas de clases y un auditorio en el nuevo edificio de Beauchef 851 instalándose nuevos estándares, entre los que se cuentan pizarras de última generación, sistema de iluminación automatizada para diversas configuraciones, mobiliario, etc.

Gráfico 1: Salas con equipamiento tecnológico.



En el año 2007 se implementó una moderna sala de clases especializada en la enseñanza de la Física (Sala Galileo), a imagen de una que se utiliza para los mismos propósitos en el MIT y se adaptaron los espacios para el desarrollo de las actividades de los cursos de Taller de Proyectos y de Introducción a la Ingeniería I y II.

En el año 2013 se desarrolló un proyecto para alumbrar con internet (WIFI) todas las salas de clases del Campus, logrando un avance significativo tanto para estudiantes como profesores en el acceso a recursos de aprendizaje y herramientas de coordinación. También se implementaron nuevos espacios de estudio de libre acceso a los estudiantes, los cuales han sido altamente demandados. Estos espacios tienen la característica que permiten a los estudiantes trabajar en grupos de estudio, aceptando un nivel de ruido moderado.

Para coordinar el uso de las salas de clases y espacios para la docencia y de extensión se cuenta con el Área de Infraestructura Docente, cuya labor principal consiste en satisfacer los requerimientos de uso de salas del Pregrado, Postgrado y actividades puntuales. Con el crecimiento del número de salas, el aumento de la demanda de los últimos años y los requerimientos de tecnologías específicas, esta tarea se ha vuelto cada vez más compleja por lo que en el año 2013 se implementó un moderno sistema de asignación de salas de clases que funciona por eventos, permitiendo registrar cada evento por fecha, hora de inicio y de término, participantes e integrarlos al catálogo de los cursos que se dictan cada semestre. El Área de Soporte Técnico (AST) nace en el año 2003, con el objetivo de dar asistencia técnica a los profesores y estudiantes en el uso de la tecnología instalada en las salas de clases y otros espacios físicos dedicados a la docencia como son los auditorios y la sala de videoconferencias. Además de esta asistencia, con el tiempo asumieron las funciones de mantención de la tecnología instalada, evaluación y adquisición de equipamiento de renovación y desde el año 2010

el control total de las salas de clases que incluye su apertura y cierre, supervisión de las labores de aseo y dar las alarmas a las unidades que corresponda, cuando se detecten problemas en los pisos, muebles, sillas, aire acondicionado y cualquier otro aspecto que represente un deterioro en la infraestructura.

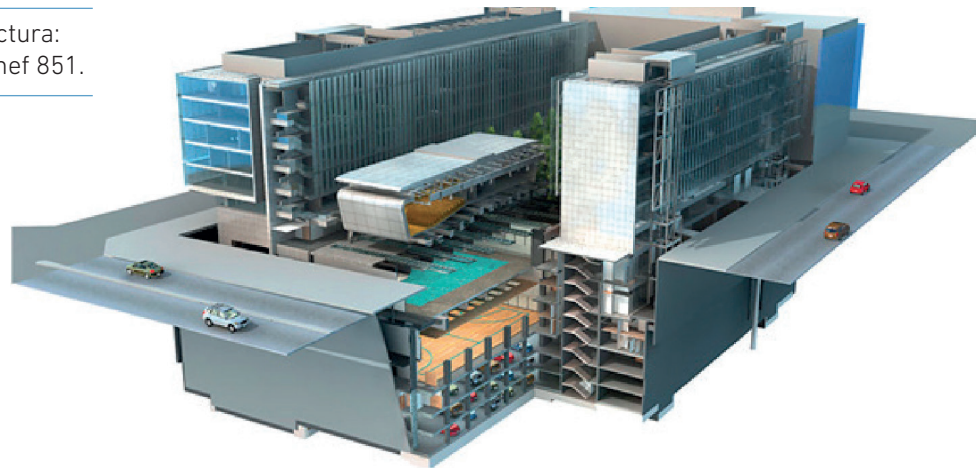
Para coordinar las tareas de asistencia técnica y trabajo en terreno cuentan con un sistema de radio para coordinar las acciones, transmitir los requerimientos que surgen durante el desarrollo de las actividades docentes y, además, establecer una coordinación directa con el Área de Infraestructura Docente. Cuentan además con conexión en todo momento al sistema de eventos mediante el uso de tabletas electrónicas.

En el año 2006, esta área estaba formada por seis técnicos, pero ante el crecimiento experimentado en el número de salas tecnológicas, distribuidas por todo el campus, junto con el incremento de la demanda se aumentó el año 2014 la dotación a 19 personas, cuyos perfiles son principalmente técnicos en las áreas de la computación, electrónica y redes.

En el año 2014 se sumaron las instalaciones del nuevo edificio de Beauchef 851 que aporta 50.000 m² en total consistentes en dos edificios de siete pisos y espacios en seis niveles subterráneos. Los edificios albergan a los departamentos de Ingeniería Industrial, Ciencias de la Computación, Ingeniería Mecánica, Ciencias de los Materiales, Ingeniería Química y Biotecnología y dependencias del Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología.

Aproximadamente 1000 m² son destinados a 8 salas de clases, con capacidad para 50 y 100 alumnos y un auditorio con capacidad para 200 personas. Además, existen espacios para realizar actividades deportivas y estacionamientos para 450 vehículos. Las nuevas instalaciones cuentan con la más alta tecnología y son energéticamente eficientes, con posibilidades de obtener la certificación LEED.

Imagen 1: Infraestructura: nuevo edificio Beauchef 851.



Infraestructura del Departamento de Geofísica

El Departamento de Geofísica se encuentra ubicado en Blanco Encalada 2002. El edificio de cinco pisos, cuya construcción data del año 2006, es compartido con el Departamento de Ingeniería Civil (DIC). El DGF ocupa 1/3 del edificio (ala oriente) con una superficie disponible de

aproximadamente 2.000m² (1.755 m² construidos más una terraza de 200 m² ubicada en el tercer piso). En el edificio se encuentran las oficinas administrativas, la biblioteca, una sala de clases, oficinas de académicos, salas de reuniones y espacios para los estudiantes, tanto del programa de pregrado como del postgrado. Además, en sus dependencias se encuentra el centro de datos del Centro Sismológico Nacional (CSN).

Imagen 2: Edificio DGF (instalaciones).



Las instalaciones del DGF se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Instalaciones Blanco Encalada 2002, fuente: elaboración propia.

Instalaciones Blanco Encalada 2002	
1er piso	3 oficinas administrativas
2do piso	1 sala de clases (20 personas), data center CSN, biblioteca DGF
3er piso	14 oficinas, 1 sala de tesis, terraza
4to piso	14 oficinas, 1 sala de reuniones
5to piso	13 oficinas, terraza

En relación a la evaluación realizada por los actores del DGF de la infraestructura de la Facultad, el 90% de los académicos del DGF opina que las salas de clases tienen instalaciones adecuadas a los requerimientos docentes y a la cantidad de alumnos. Los estudiantes y egresados del DGF comparten la apreciación de los académicos ya que los porcentajes de respuestas de acuerdo en relación a la afirmación son de 89% y 90% respectivamente. Respecto a la renovación y reparación del equipamiento, el 81% de los académicos considera que es oportuna, mientras que el 78% de los estudiantes comparte dicha aseveración.

Deportes

El Área de Deportes, Recreación y Cultura de la FCFM depende de la Dirección de la Escuela de Ingeniería y Ciencias y su misión es ofrecer espacios para la práctica de actividad física, deportes, artes y recreación de excelencia, que contribuyan al bienestar físico, psicológico y social de los integrantes de la comunidad (estudiantes, académicos y funcionarios). Se define como un área que favorece la formación integral de los futuros profesionales de la ingeniería, contribuyendo a mejorar la calidad de vida del estudiante a través de la práctica de actividad física y deporte, junto con ello, fortalecer aspectos valóricos y éticos que fomenta el deporte.

Estas actividades se desarrollan en instalaciones deportivas de alto nivel: piscina semi olímpica, gimnasio fitness, 2 canchas de basquetbol/voleibol, cancha de fútbol, dojo, sala de juegos de salón, sala de artes, sala de aeróbica, sala de spinning, cancha de squash y multicancha al aire

libre. En estas instalaciones se desarrollan tres programas educativos- deportivos: 1) Curso de Formación General 2) Deporte de Representación 3) Deportes de Libre Participación).

Al respecto, el 94% de los estudiantes del DGF señala que la institución tiene a su disposición zonas adecuadas de recreación y esparcimiento, mientras que el porcentaje de acuerdo en relación a la misma pregunta para los egresados es del 50%. Esto puede denotar el impacto positivo que ha tenido la apertura del nuevo edificio Beauchef 851 que tiene dentro de sus ampliaciones, las zonas de esparcimiento y de actividad deportiva o recreacional para los estudiantes.

Servicio de biblioteca

La Facultad cuenta con un sistema de bibliotecas formado por la Biblioteca Central y 7 Bibliotecas Departamentales (Astronomía, Civil, Física, Geofísica, Geología, Industrias y Matemáticas), con las más modernas tecnologías, que permiten el acceso local y remoto a las colecciones. Los otros departamentos (Eléctrica, Mecánica, Química y Biotecnología, Minas) tienen un manejo centralizado de los volúmenes a través de la Biblioteca Central.

El sistema cuenta con un acervo bibliográfico de más de 185.000 volúmenes de libros, y acceso en línea a más de 52.000 revistas electrónicas y 150 bases de datos bibliográficas multidisciplinarias y especializadas (con acceso a más de 2,2 millones de publicaciones en permanente actualización). La Biblioteca Central de la Facultad está encargada de administrar, supervisar

y coordinar los procesos y servicios automatizados de las bibliotecas del Campus Beauchef. Tiene una superficie de 4.895 m², repartida en cinco niveles que albergan su fondo bibliográfico (120.000 volúmenes de libros, 3000 títulos de revistas impresas y más de 40.000 volúmenes de tesis, 500 puestos de trabajo y estanterías de libre acceso. Cuenta con 15 computadores en línea para consulta de los alumnos (OPAC), red inalámbrica Wi-fi y 16 computadores de staff. El flujo diario de acceso es de 1.200 usuarios, medido automáticamente por el sistema de torniquetes. Los servicios que da esta biblioteca son: préstamos de libros, préstamo de notebooks y calculadoras, reserva y renovación en línea, ronda de los libros inter-facultades, referencia, solicitud de artículos, préstamos interbibliotecarios, acceso VPN, charlas y talleres de formación de usuarios.

Por su parte, el DGF cuenta con una biblioteca propia del departamento conocida como la Biblioteca Montessus de Ballore, que se encuentra en el edificio de Blanco Encalada 2002, segundo piso. La biblioteca cuenta con una gran cantidad de libros y revistas en las áreas de Meteorología, sismología, geofísica aplicada, geología y ciencias de la tierra en general. A su vez, se tiene acceso a las colecciones Reserva, referencia, colección especial, publicaciones periódicas, memorias y otras.

Actualmente, la biblioteca del DGF se encuentra recientemente remodelada y su reapertura es parte del plan de mejoramiento comprometido por la unidad.

El sistema de bibliotecas de la Universidad al estar integrado, permite que estudiantes del DGF soliciten libros de otras unidades y viceversa.

Tabla 5: Características de la biblioteca DGF, fuente: Formulario C.

Ítem biblioteca DGF	2012	2013	2014
Nº de personal asignado	2	2	2
Metros cuadrados construidos	200	200	200
Nº de libros completos	5392	5392	5392
Nº total de suscripciones a revistas científicas	16	16	18
Nº total de bases de datos de consulta vía internet	47	47	47

La biblioteca de Geofísica suscribe actualmente 18 títulos de revistas, disponibles a través de la base de datos AGU. Además, tiene acceso a más de 150 bases de datos, que se pueden encontrar en el sitio web del Sistema de Bibliotecas de la Universidad.

Títulos de revistas, Base de Datos AGU:

- >Chinese Journal of Geophysics (electronic)
- >Geochemistry, geophysics, geosystems (electronic)
- >Geophysical research letters
- >Global Biogeochemical Cycles
- >Journal of Geophysical Research: Atmospheres
- >Journal of Geophysical Research: Biogeosciences
- >Journal of Geophysical Research: Earth Surface
- >Journal of Geophysical Research: Oceans
- >Journal of Geophysical Research: Planets
- >Journal of Geophysical Research: Solid Earth

- >Journal of Geophysical Research: Space Earth
- >Paleoceanography
- >Radio science
- >Reviews of Geophysics
- >Space weather (electronic)
- >Tectonics
- >Water resources research

Actualmente la biblioteca del DGF se encuentra en remodelación. Por ello ha sido habilitado un espacio en la biblioteca central de la FCFM para que ésta continúe su normal funcionamiento. La reapertura de la biblioteca del DGF está sujeta al plan de remodelación de la infraestructura.

En relación a la evaluación de la comunidad del DGF del servicio de biblioteca, tanto de Facultad como departamental, el 100% de los académicos considera que los libros y material bibliográfico

que requieren para dictar su asignatura están disponibles en la(s) biblioteca(s) de la Facultad y/o del Departamento. Asimismo, el 72% afirma que cuando solicitan que se adquieran los libros necesarios para impartir sus ramos, el Departamento lo gestiona de manera eficiente. Por su parte, el 89% señala que siempre encuentra los recursos bibliográficos que necesita en la biblioteca (físicos o digitales) y el 59% considera que se adquiere permanentemente importantes publicaciones periódicas (revistas, informes, etc.) sobre la disciplina. Finalmente, el 100% de los egresados indica que siempre encontraba los libros u otros materiales que necesitaba en la biblioteca y el 89% opina que el servicio de bibliotecas y sala de lectura era adecuado en términos de calidad de atención y extensión de horarios de uso.

Equipamiento computacional

La Facultad cuenta con programas de desarrollo computacional e informático que consideran aspectos relativos a:

- > Cobertura de equipamiento para docencia e investigación
- > Redes de comunicaciones internas y externas (Internet, Internet2)
- > Calidad de servicio
- > Servicios de apoyo para la docencia: u-cursos y ucampus.
- > Servicios de apoyo general: correo, impresión, housing, etc.
- > Mesa de Ayuda
- > Seguridad
- > Administración de perfiles
- > Administración de configuraciones de equipos de laboratorios
- > Relación con servicios informáticos centrales, otras facultades y universidades

La Escuela de Ingeniería y Ciencias cuenta con un plan de desarrollo informático y computacional anual que incluye:

- Renovación y mantenimiento de infraestructura computacional en salas de clases y laboratorios.

- Ampliación de infraestructura computacional en salas de clases y laboratorios de acuerdo a necesidades.
- Renovación y mantenimiento de infraestructura computacional de servidores.
- Ampliación de infraestructura computacional de servidores de acuerdo a necesidades, aumento de tráfico, volúmenes de información y, o el desarrollo de nuevos sistemas de información.
- Desarrollo de nuevos sistemas de información orientados a apoyar y mejorar la calidad de los procesos administrativos y de apoyo a la docencia directa e indirecta.

Las decisiones en esta línea son tomadas en forma anual planificando el mejor uso y aprovechamiento de los recursos internos de la Escuela y los posibles aportes de proyectos relacionados o donaciones.

Todo estudiante que ingresa a esta Facultad dispone de un identificador único (usuario/password) con el cual accede a los siguientes servicios todos los días del año en cualquier horario:

- Acceso a Internet sin restricciones.
- Casilla de correo electrónico. Esta casilla persiste cuando el alumno egresa. El alumno puede descargar su correo usando múltiples protocolos y también usando webmail en forma segura (https). El servicio de correo dispone de filtros antispam y antivirus.
- Espacio de almacenamiento personal para usar en cualquier laboratorio de acceso público.
- Capacidad de almacenamiento de 500MB por alumnos para utilizar entre su casilla de correo y su almacenamiento personal.
- Acceso sin restricciones a los laboratorios de computación de propósito general.

- Derecho de uso de equipos para alumnos en toda la Facultad. Hay disponibilidad de alrededor de 540 computadores de escritorio y 110 notebooks de reciente adquisición. Los equipos disponen de Windows XP y Office Professional y una cantidad importante de ellos también cuentan con el sistema operativo Linux.
- Página web personal. Esta página está siempre visible en Internet.
- VPN (virtual privatenetwork). Permite una conexión remota de un modo seguro a los recursos electrónicos comunes de la Facultad.
- Conexión conmutada. Permite acceso a la red de la Facultad a través de la red pública telefónica.
- Acceso a un servidor Unix de propósito general.
- Acceso a un servidor de noticias (nntp).
- Acceso a un servidor ftp de descargas de archivos: software general y de interés docente.
- Derecho de Impresión de 100 páginas mensuales durante todo el año, con excepción del mes de febrero. La impresión es del tipo láser y permite imprimir múltiples formatos en alta resolución y gran velocidad.
- Acceso inalámbrico a la red de la Facultad. Este servicio se encuentra disponible en todos los espacios públicos del campus y en la mayor parte de los Departamentos.
- Préstamo de notebooks. La Biblioteca dispone de alrededor de 40 notebooks para facilitar en préstamo a los alumnos. Los notebooks, al igual que los *desktop* disponen de los dos sistemas operativos y la suite Office XP. Todos los notebooks tienen conectividad inalámbrica.

Los alumnos, al ingresar a las especialidades, mantienen los servicios ya descritos y adicionalmente tienen acceso a laboratorios con equipos y software específico, correo departamental, impresión local, servicio de plotter, etc.

Para la enseñanza y uso de alumnos se dispone de 536 desktop y 110 notebooks. De estos hay 366 desktop distribuidos en departamentos académicos y otras unidades de la Facultad. Hay 70 notebooks disponibles para uso de estudiantes en salas especiales de la Escuela. Los 170 desktop restantes se encuentran en salas de uso común u otros laboratorios dependientes directamente de la Escuela. En la biblioteca se dispone de 40 notebooks que los estudiantes de la Facultad pueden solicitar en préstamo.

Las salas de uso común son:

Salas Edificio de Computación. Los alumnos disponen de modernas salas multipropósitos climatizadas, con respaldo de energía para todos los desktops y notebooks. Estas instalaciones cuentan con cobertura inalámbrica y facilidades para instalar 200 puestos de trabajo. Actualmente ya disponen de 140 desktop con pantallas planas LCD. De éstos 70 son Dell de 17", Pentium 64 bits y 70 Lanix de 15", Pentium 4 de 2.8 GHz. El espacio destinado a las salas alcanza los 600 m² y tienen una disponibilidad para todos los días del año.

Laboratorio Beauchef. Este laboratorio está destinado a la docencia de cátedra y auxiliar que requiere infraestructura computacional y audiovisual. Dispone de 30 desktop Dell, con pantallas planas LCD de 17", procesador de 64 bits Pentium 4 de 2.8 GHz. Este laboratorio dispone de datashow, climatización y personal técnico de apoyo permanente en sus horarios de funcionamiento.

Al interior del DGF hay una sala de computación que cuenta con 14 computadores para el desarrollo de la docencia. A su vez, en la sala de los estudiantes de la licenciatura hay tres computadores de uso común. En los cinco pisos del edificio de geofísica es posible encontrar

nueve impresoras de uso público, instaladas en los distintos pasillos del edificio. Esto no cuenta los computadores de uso personal instalados en las oficinas de académicos y personal de colaboración (aproximadamente 60 computadores).

Las respuestas en este ítem por parte de los estudiantes y egresados del DGF son las más críticas. El 39% de los estudiantes percibe que los equipos computacionales disponibles para los alumnos son suficientes para sus necesidades, similar porcentaje a la opinión de los egresados (40%). La comisión ha estimado que esta percepción se ajusta a la realidad por lo que se incluirá en el plan de mejora.

G. REGLAMENTO ESPECÍFICO DEL PROGRAMA

Documento impreso separadamente de los demás documentos. El Reglamento debe ser aprobado por todas las instancias superiores de la Universidad (Consejo y Senado Universitario) para luego ser decretado por el Rector.

La carrera se regirá por el Reglamento vigente de la Facultad:
<http://escuela.ingenieria.uchile.cl/reglamentos/normas-y-reglamentos>.

H. ANEXOS

- > Documento Plan de Formación: resultados de levantamiento de información, compromisos formativos, perfil de egreso, matrices de competencias, mapas de tributación, representaciones de los itinerarios de aprendizaje, malla, asignación de créditos SCT-Chile, fichas de cursos.
- > Matrices de tributación.
- > Programas de las actividades curriculares (cursos), de acuerdo al formato de Pregrado.
- > CVs de los académicos que ejercerán como directivos del nuevo programa.
- > CVs de los académicos que ejercerán como docentes en el nuevo programa.
- > Otros documentos: Estudio de Mercado.

ANEXO 1

Perfil de egreso

El Geofísico y la Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas es un(a) profesional que emplea mediciones de propiedades del Sistema Tierra para crear y utilizar modelos cuantitativos físico-matemáticos, con el fin de explorar, analizar y comprender la estructura y dinámica de nuestro planeta, proponiendo así soluciones sustentables a problemas geofísicos.

El egresado y la egresada de la carrera de Geofísica, podrá optar por la mención de Tierra Sólida y Meteorología. Para ambas menciones estarán habilitados(as) para demostrar los siguientes ámbitos: *Ciencias de la Geofísica, Geofísica Aplicada y Desarrollo y Evaluación de Proyectos*. Respectivamente en cada uno de ellos logrará:

- **Modelar cuantitativamente** los procesos que describen los fenómenos geofísicos, tales como: terremotos, maremotos, volcanismo, dinámica atmosférica, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, con el objetivo de simular y/o evaluar amenazas o contingencias naturales o de origen antrópico, tales como: peligros sísmicos, volcánicos, eventos meteorológicos extremos, entre otros.
- **Resolver, caracterizar, cuantificar procesos geofísicos para evaluar riesgos y prospeccionar recursos naturales**, tales como: riesgo sísmico, riesgo climático, riesgo volcánico y detección de estructuras y caracterización de recursos; hídricos, mineros, energéticos, geotérmicos, eólicos y solares. El/la geofísico/a adquiere, procesa, modela e interpreta los datos obtenidos en terreno, con el fin de ubicar y cuantificar recursos, evaluar peligros y riesgos, contribuyendo así al desarrollo socioeconómico del país.
- **Diseñar, evaluar y gestionar proyectos geofísicos** para el área minera, hídrica,

energética, u organismos relacionados con riesgos naturales, planificación territorial y delimitación territorial, considerando la sustentabilidad (viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental).

Para el logro de lo anterior se desarrollarán para ambas menciones: Tierra Sólida y Meteorología las siguientes competencias específicas (CE) y competencias genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales, tales como hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

Mención Tierra Sólida

CETS6: Diseñar proyectos para resolver problemas geofísicos requeridos en la prospección de recursos minerales, hídricos y energéticos, o por organismos del servicio público, considerando la viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental, con énfasis en la innovación y utilización de herramientas tecnológicas.

CETS7: Evaluar la factibilidad de ejecución proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CETS8: Evaluar resultados de proyectos geofísicos ejecutados por terceros, considerando la ética, la viabilidad socioeconómica y el impacto ambiental, en función de sus objetivos.

Mención Atmósfera:

CEA6: Diseñar proyectos con criterios de sustentabilidad, para contribuir a la solución de problemas atmosféricos logrando determinar y/o caracterizar, entre otros, patrones de circulación del aire, condiciones meteorológicas a diferentes escalas, la dispersión y evolución de contaminantes, mediante la aplicación de herramientas de modelación y observación atmosféricas.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

Estas habilidades serán desarrolladas tanto en el sector público como privado, en las áreas de la minería, sector energético, recursos naturales, generación de energías renovables (solar, eólica, etc.), problemas de contaminación atmosférica e hidrometeorológicos, proponiendo soluciones y alternativas a problemas geofísicos, a través de la generación y aplicación de modelos cuantitativos físico-matemáticos y de ciencia de datos, interpretando críticamente sus resultados con un enfoque científico y tecnológico, considerando su viabilidad socioeconómica, ética y ambiental.

Asimismo, y a partir de los compromisos que devienen de la misión institucional de la Universidad y la Facultad, se incluyen además en la

formación del egresado y la egresada las siguientes competencias genéricas para la conformación de un profesional integral:

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

Finalmente, el geofísico y la geofísica de la Universidad de Chile se destacará por una fuerte formación en las ciencias, la preparación para la formación continua, un pensamiento crítico y autocrítico.

SEMESTRE	V					VI					VII					VIII				IX					X			
NOMBRE DEL CURSO	PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA/PROBABILIDADES	GEOLOGÍA GENERAL	INTRODUCCIÓN A LA METEOROLOGÍA	VIBRACIONES Y ONDAS	GEOFÍSICA GENERAL	MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA CIENCIAS E INGENIERÍA	OPTIMIZACIÓN/MODELAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN	MATEMÁTICAS APLICADAS A LA GEOCIENCIA	SISTEMA CLIMÁTICO	SISMOLOGÍA	ANÁLISIS DE SEÑALES	GEODINÁMICA	MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADA A LA GEOCIENCIA	SISTEMAS DE OBSERVACIÓN	MÉTODOS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA	PRÁCTICA PROFESIONAL I	MÉTODOS INVERSOS APLICADO A LA GEOFÍSICA	PELIGROS NATURALES	EVALUACIÓN DE PROYECTOS	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	RADIACIÓN Y PERCEPCIÓN REMOTA	DINÁMICA DE LA ATMÓSFERA	TERMODINÁMICA ATMOSFÉRICA	TRABAJO DE HABILITACIÓN PROFESIONAL I	PRÁCTICA PROFESIONAL II	TRABAJO DE HABILITACIÓN PROFESIONAL II	QUÍMICA ATMOSFÉRICA Y CLIMA	
CÓDIGO CURSO	MA3403/MA3401	GL3101	GF3103	FI3001	GF3001	FI3104	MA3701/IN3171	GF4005	GF3004	GF4001	GF4029	GF4004	GF4022	GF4024	GF4006	GF4901	GF5013	GF3024	IN3301	GF3005	GF5019	GF5022	GF5023	GF5909	GF5901	GF6909	GF5030	
CRÉDITOS	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	3 créditos	6 créditos	7 créditos	6 créditos	3 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	6 créditos	14 créditos	12 créditos	6 créditos	
CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico matemáticos.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X			X	X	X							
CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.	X	X	X	X	X		X			X		X			X		X		X	X							X	
CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales, tales como hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.	X	X											X	X	X													
CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.		X		X									X	X	X				X			X						
CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.			X		X		X	X	X	X	X	X				X	X		X	X	X	X		X			X	
CEA6: Diseñar proyectos con criterios de sustentabilidad, para contribuir a la solución de problemas atmosféricos logrando determinar y/o caracterizar, entre otros, patrones de circulación del aire, condiciones meteorológicas a diferentes, escalas, la dispersión y evolución de contaminantes, mediante la aplicación de herramientas de modelación y observación atmosféricas.						X								X	X				X					X				
CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.							X								X				X		X					X	X	
CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.			X												X				X		X	X	X	X	X			
CG1: Comunicación académica y profesional Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.		X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG2: Comunicación en inglés Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.		X				X			X	X	X	X	X			X	X		X		X	X					X	
CG3: Compromiso ético Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X							X	X	X	X	
CG4: Trabajo en equipo Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.		X			X				X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
CG5: Sustentabilidad Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.		X	X						X					X			X		X		X	0			0		X	

ANEXO 2

Programas de Carrera Geofísica

CICLO LICENCIATURA

PROGRAMA DE CURSO INTRODUCCIÓN A LA METEOROLOGÍA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Introducción a la Meteorología	Código	GF3103	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Introduction to Meteorology</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	MA2002: Cálculo avanzado y aplicaciones				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes relacionen los principios físicos de conservación que gobiernan la atmósfera terrestre con ciertos fenómenos meteorológicos, a fin de explicarlos y predecir estados futuros de la atmósfera.

Además, el y la estudiante determinan la importancia del rol de la atmósfera en el sistema climático y adquieren conocimientos relevantes para la cuantificación de energía solar y eólica. Estas habilidades aportan al pensamiento sistémico requerido en el contexto de la sustentabilidad y del desarrollo sostenible.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético
Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG5: Sustentabilidad
Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Relaciona los principios físicos de conservación (energía, masa y momentum) que gobiernan la atmósfera terrestre con fenómenos meteorológicos, explicando dicha relación.
CE2	RA2: Mide variables atmosféricas para cuantificar fenómenos naturales, considerando validez y factibilidad de dicha medición.
CE5	RA3: Utiliza modelos atmosféricos aproximados a primer orden, considerando los principios físicos de conservación, para predecir estados futuros de la atmósfera.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora, con claridad y concisión, reportes sobre mediciones y uso de modelos atmosféricos, utilizando en sus escritos un lenguaje técnico disciplinar para explicar estos fenómenos cuyos resultados respalda con el uso de gráficos, tablas y figuras.
CG3	RA5: Ejecuta labores y tareas, basándose en sus capacidades, con compromiso y respeto por los plazos acordados y cumplimiento de obligaciones.
CG5	RA6: Explica la importancia de la atmósfera para el sistema climático, considerando los impactos de la acción humana sobre esta, desde una perspectiva sistémica que aborda aspectos asociados a la sustentabilidad y desarrollo sostenible.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA5	Propiedades básicas de la atmósfera y del sistema climático terrestre	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Clima y tiempo atmosféricos. 1.2 Composición atmosférica. 1.3 Estructura termodinámica. 1.4 Ecuación de estado (termodinámico). 1.5 Balance hidrostático. 1.6 Ecuación hipsométrica.		El/la estudiante: 1. Describe las capas que componen la atmósfera en la vertical, de acuerdo a la variación de la temperatura, incluyendo la capa límite planetaria. 2. Identifica los principios de conservación de masa que controlan la estructura vertical de la atmósfera. 3. Relaciona principios físicos de conservación que gobiernan la atmósfera terrestre con ciertos fenómenos meteorológicos, considerando energía, masa y momentum. 4. Resuelve problemas aproximados a primer orden, usando la ecuación hipsométrica, considerando los principios físicos de conservación (energía, masas y momentum). 5. Elabora sus tareas y ejercicios, cumpliendo con sus obligaciones de manera responsable.	
Bibliografía de la unidad		(1) capítulos 1&2.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	Transferencia radiativa	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Revisión de elementos de radiación electromagnética: propiedades del espectro, irradianza, función de Planck para cuerpo negro; Ley de Kirchhoff; Ley de Wien; Ley de Stefan-Boltzmann para radiación de cuerpo negro. 2.2 "Constante" solar. 2.3 Balance radiativo al tope de la atmósfera y en la superficie. 2.4 Absorción/emisión en el infrarrojo, visible y ultravioleta. 2.5 Efecto invernadero. 2.6 Aplicaciones a energía solar e interpretación de productos satelitales.		El/la estudiante: 1. Plantea y resuelve ecuaciones de balance para radiación solar e infrarroja, considerando el impacto del efecto invernadero. 2. Realiza mediciones de radiación solar y terrestre, considerando validez y factibilidad de dichas mediciones 3. Clasifica los impactos de la acción humana en diferentes dominios (ambiental, social y económico), reconociendo sus efectos a lo largo del tiempo. 4. Produce reportes claros y concisos donde explica resultados asociados a tareas y/o ejercicios que se le solicitan. 5. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en copia.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 4.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4	Termodinámica, nubes y precipitación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Revisión de termodinámica: Ley de los gases ideales; Primera ley de la termodinámica; Segundo principio de la termodinámica. 3.2 Procesos adiabáticos y tasas de cambio vertical de la temperatura. 3.3 Humedad atmosférica y ecuación de Clausius-Clapeyron. 3.4 Estabilidad estática. 3.5 Diagramas termodinámicos. 3.6 Curvas de Köhler y crecimiento de gotas de nubes cálidas y frías.		El/la estudiante: 1. Interpreta información meteorológica contenida en cartas de tiempo, diagramas termodinámicos e imágenes satelitales, aplicando los principios de la termodinámica a la caracterización de procesos de mezcla atmosférica (estabilidad). 2. Aplica las curvas de Köhler para determinar el estado de agregación del agua. 3. Describe los procesos que explican el crecimiento de gotas en nubes cálidas y frías. 4. Mide la variación de temperatura y humedad con la altura, e identifica presencia de nubes. 5. Determina el nivel de condensación por ascenso. 6. Elabora, de manera clara y concisa, reportes asociados a tareas y/o ejercicios.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 6.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Dinámica atmosférica	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Mediciones de viento. 4.2 Ecuaciones de movimiento. 4.3 Balance geostrofico. 4.4 Viento térmico. 4.5 Convergencia y divergencia vs. ascenso y descenso.		El/la estudiante: 1. Analiza la magnitud de los términos de la ecuación de momentum, relacionándolos con fenómenos meteorológicos. 2. Plantea y resuelve ecuaciones de movimiento, utilizando modelos relacionados con la dinámica de atmosférica. 3. Evalúa cuantitativamente el balance geostrofico para predecir el campo de viento.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 7.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA5, RA6	Circulación general	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Circulaciones térmicas con y sin rotación. 5.2 Circulación de Hadley. 5.3 Ondas de Rossby. 5.4 Circulaciones monzónicas. 5.5 Oscilación del sur y circulación de Walker.		El/la estudiante: 1. Interpreta cartas sinópticas y analiza circulación de gran escala, aplicando la aproximación geostrofica y de viento térmico. 2. Usa modelos para describir y bosquejar los regímenes de circulación Hadley, Rossby y Walker. 3. Aplica elementos de circulación general y local para identificar patrones de precipitación, temperatura y vientos con énfasis en localidades de Chile. 4. Utiliza modelos que describen la evolución de la capa límite en condiciones simples. 5. Trabaja en sus tareas, con honestidad y compromiso. 6. Clasifica los impactos generados por la acción del hombre en diferentes dominios (ambiental, social y económico), reconociendo sus efectos a lo largo del tiempo.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulos 7.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA3, RA4, RA5	Sistemas de latitudes medias	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Ondas baroclínicas. 6.2. Ciclogénesis. 6.3. Frontogénesis.		El/la estudiante: Aplica los procesos de ciclo y frontogénesis de sistemas de latitudes medias para la caracterización de variaciones de tiempo en Chile. Utiliza e interpreta modelos para describir la posición de frentes en cartas sinópticas, identificando condiciones de ocurrencia de precipitación. Redacta, con claridad y concisión, reportes sobre ejercicios asociados a sistemas de latitudes medias.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 7.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

Tareas:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.

1. Balance hidrostático y ecuación hipsométrica
2. Termodinámica y radiación - Nubes, dinámica y circulación.

Laboratorios:

1. Flujos radiativos y su observación.
2. Análisis de cartas del tiempo, diagramas termodinámicos e imágenes satelitales.

La participación de los y las estudiantes es activa y participativa; a partir de diversos desafíos que se le presentan, resuelven problemas, trabaja en actividades de laboratorio.

El o la docente es un mediador (a) del proceso – aprendizaje, aclarando dudas y proponiendo acciones que determinen acciones significativas en cuanto al aprendizaje.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación:

- Tres (3) controles.
- Examen.
- Laboratorios y tareas.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía Obligatoria:

(1) Wallace, J. M. and P. V. Hobbs (2006). *Atmospheric science: an introductory survey*, San Francisco: Academic press.

Bibliografía Complementaria:

(2) Crutzen, P. J. (2006). *The "anthropocene"*, Springer.

(3) Garreaud, R. (2009). *"The Andes climate and weather. Advances in Geosciences"* 22(22): 3-11.

(4) Stocker, T. F., et al. (2013). *"Climate change 2013: The physical science basis". Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*. Cambridge Univ Press, New York.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Maisa Rojas, René Garreaud, Nicolás Huneus, Laura Gallardo
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO GEOFÍSICA GENERAL

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Geofísica General	Código	GF3001	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>General Geophysics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X	Electivo			
Requisitos	FI2002: Electromagnetismo					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito introducir a los y las estudiantes en la exploración y análisis de los procesos que se desarrollan en la Tierra sólida y que dan origen a variadas manifestaciones superficiales observadas en el día a día. Además, el y la estudiante lograrán determinar el origen de dichos procesos y su funcionamiento, considerando a la Tierra como un sistema controlado por múltiples variables.

El y la estudiante, con las nociones del modelamiento geofísico adquiridos, podrán elaborar modelos a baja y gran escala.

Las estrategias metodológicas consideran clases expositivas y trabajo de laboratorio, fundamentales para el logro de los resultados de aprendizaje propuestos. Los y las estudiantes tendrán un rol protagónico en su proceso de aprendizaje; deberán trabajar activamente en las actividades de trabajo de campo y en las clases expositivas, donde su participación y autoaprendizaje son fundamentales.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2	RA1: Elabora modelos del funcionamiento del sistema Tierra, considerando las escalas espaciales y temporales involucradas, a fin de determinar los componentes del sistema Tierra bajo la superficie sólida del planeta y su comportamiento.
CE2	RA2: Determina y evalúa causas y efectos de los procesos físicos de la Tierra, considerando mediciones in situ y modelos físico-matemáticos, a fin de explicar la dinámica terrestre.
CE5	RA3: Utiliza técnicas observacionales a escala real de captura de datos geofísicos, para caracterizar procesos físicos del subsuelo.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Produce informes, coherentes y precisos, para explicar procesos físicos del subsuelo, a partir de las observaciones y toma de datos de terreno.
	RA5: Lee, de manera comprensiva, diversa literatura científica que aborda conceptos sobre conceptos y teorías de la Geofísica.
CG3, CG4	RA6: Trabaja, organizadamente con su equipo, en las actividades de trabajo de campo o cátedra, considerando las ideas de sus compañeros y consensuar aquellas que permitan alcanzar el objetivo común.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	Origen de la Tierra y su estructura interna	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Hipótesis de formación del Sistema Solar y de la Tierra. 1.2 El Sistema Tierra. 1.3 La diferenciación interna del planeta. Modelos composicional y reológico del planeta.		El/la estudiante: 1. Identifica en ejemplos que se le presentan modelos composicionales y reológicos del planeta. 2. Identifica los observables de diferente naturaleza física que permiten comprender las propiedades de cada parte constitutiva de la Tierra. 3. Relaciona los modelos conceptuales con las distintas manifestaciones de la tierra para describir la evolución del planeta. 4. Establece vínculos entre lo leído con conocimientos y aprendizajes relevantes sobre el origen de la Tierra y estructura interna.	
Bibliografía de la unidad		(2)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA6	Geopotenciales	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Teoría de potenciales. 2.2 Campo de gravedad. 2.3 Forma de la Tierra 2.4 Anomalías gravitacionales. 2.5 Campo geomagnético. 2.6 Teoría y origen del campo magnético terrestre. 2.7 Magnetización de rocas. 2.8 Anomalías geomagnéticas.		El/la estudiante: 1. Utiliza técnicas observacionales, considerando los procedimientos y limitaciones del trabajo de campo. 2. Describe variaciones y anomalías del campo gravitacional y magnético, aplicadas al estudio de la tierra y de prospección y/o problemas de la ingeniería. 3. Calcula anomalías magnéticas y gravimétricas, analizándolas en función de datos teóricos resultantes de parámetros que representan las propiedades del subsuelo. 4. Determina cuantitativamente reservorios, permanentes y/o transitorios, considerando su accesibilidad y nivel de explotación en problemas de la ingeniería y ciencias ambientales. 5. Elabora informes, coherentes y precisos, a partir de las observaciones y toma de datos de terreno. 6. Respeta las ideas y opiniones de otros para definir acuerdos sobre la actividad a cumplir por el equipo.	
Bibliografía de la unidad		(1), (2), (3)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA6	Geodinámica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Origen y flujo de calor en la Tierra. 3.2 Flujo y difusión de calor. Conductividad termal. 3.3 Procesos geotermales. 3.4 Modelo geotermal de la Tierra. 3.5 Modelos reológicos y tectónica de placas. 3.6 Zonas sísmogénicas y contexto subducción andino. 3.7 Deformación frágil (sísmica) y dúctil (asísmica). 3.8 Ondas sísmicas, hipocentro, epicentro y magnitud de terremotos. 3.9 Sismotectónica y taxonomía de terremotos.		El/la estudiante: 1. Elabora modelos geotermales y reológicos, considerando los procesos de generación, transporte y disipación de calor. 2. Interpreta los procesos dinámicos, en términos de modelos termales, incluidos propiedades de los materiales. 3. Utiliza los balances de masa, energía y procesos disipativos para caracterizar, dar cuenta y describir la dinámica activa del planeta: terremotos, volcanes, campo geomagnético, movimientos de las placas. 4. Trabaja, organizadamente con su equipo, en las actividades.	
Bibliografía de la unidad		(3), (4)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA6	Modelamiento Geofísico	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Introducción a la exploración geofísica. 4.2 Adquisición y procesamiento de observables geofísicos. 4.3 Análisis de anomalías en datos geofísicos.		El/la estudiante: 1. Elabora modelos conceptuales para describir procesos geofísicos, utilizando herramientas de la física y la matemática. 2. Aplica conceptos de anomalía geofísica para interpretar propiedades del sistema tierra. 3. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos, en sus actividades académicas. 4. Trabaja con su equipo, considerando las ideas de sus compañeros para consensuar aquellas que permitan alcanzar el objetivo común.	
Bibliografía de la unidad		(5)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La estrategia metodológica considera clases expositivas y trabajo de laboratorio, relevantes para el logro de los resultados de aprendizaje. Los y las estudiantes tendrán un rol protagónico en su aprendizaje; deberán trabajar activamente en las actividades propuestas donde su participación y autoaprendizaje son fundamentales.

Otras estrategias propuestas son las siguientes:

- Lecturas.
- Salidas a terreno.
- Análisis de casos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas.
- Informes.
- Examen.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Fowler, C. M. R. (2005). *The Solid Earth*. Cambridge University Press: second edition.
- (2) Stacey F. and Davis, P. (2008). *Physics of the Earth*, Cambridge University Press: fourth edition.
- (3) Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of Geophysics*, Cambridge University Press, second edition.
- (4) Turcotte, D and Schubert, G. (2002). *Geodynamics*, Cambridge University Press: second edition.
- (5) Milsom, J. and Eriksen, A. (2011). *Field Geophysics*, Wiley: fourth edition.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Jaime Campos, Daniel Díaz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO SISTEMA CLIMÁTICO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Sistema Climático	Código	GF3004	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Climate system</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3103: Introducción a la meteorología					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes evalúen el funcionamiento del planeta tierra a lo largo de toda su evolución en relación al clima terrestre; esto incluye: su formación, las condiciones para la vida, variabilidad climática a distintas escalas de tiempo y cambio climático actual.

Para esto, analizan los procesos que controlan la dinámica del sistema terrestre a lo largo de toda su evolución, utilizando modelos computacionales del clima, a fin de realizar una evaluación crítica del efecto de los forzantes humanos y naturales sobre el sistema y la atmósfera terrestre. Asimismo, aplica los fundamentos y funcionamiento del sistema climático al cambio climático actual, distinguiendo forzantes humanos y naturales.

La metodología de trabajo se divide entre clases lectivas, lecturas de artículos científicos en inglés, laboratorios computacionales y un trabajo de investigación con presentación oral final. Hay un especial énfasis en el análisis crítico sobre estas materias.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CE2: Comunicación en inglés
Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético
Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo
Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible,

considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE4	RA1: Evalúa el comportamiento del sistema y la atmósfera terrestre, considerando los procesos que controlan la dinámica terrestre a lo largo de su evolución.
	RA2: Aplica los fundamentos teóricos del sistema climático a la evolución temprana de la tierra, utilizando modelos computacionales simplificados del clima para determinar el equilibrio climático y cómo se establecen las condiciones para la aparición de la vida.
CE5	RA3: Evalúa la respuesta climática a los cambios en los parámetros orbitales de la tierra, relacionando dichos parámetros con los ciclos glaciales – interglaciales, a fin de determinar la sensibilidad del sistema climático a distintos forzantes.
CE1, CE4	RA4: Aplica los fundamentos del funcionamiento del sistema climático al proceso de cambio climático actual, considerando forzantes humanos y naturales sobre el sistema y atmósfera terrestre.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta informes sobre resultados de laboratorio y una investigación acotada, utilizando criterios de claridad idiomática y precisión científica, para explicar en forma oral y escrita los resultados sobre aspectos del funcionamiento del sistema climático.
CG1, CG2	RA6: Lee, de manera comprensiva y analítica, en inglés y español, textos y artículos científicos sobre el funcionamiento del sistema climático, relacionando lo leído, con su disciplina.
CG4	RA7: Trabaja de manera organizada con su equipo en las diversas actividades académicas que realiza.
CG3, CG5	RA8: Evalúa, desde un punto de vista ético, los impactos sobre el sistema climáticos actual, distinguiendo forzantes naturales y humanos en el sistema y la atmósfera, para determinar alcances y efectos de corto, mediano y largo plazo sobre el sistema climático.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5, RA7, RA8	Fundamentos del sistema climático	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Conceptos de sistema: componentes, respuestas, interacciones y realimentaciones. 1.2 Componentes del sistema climático: la atmósfera y el océano. 1.2.1 La criósfera. 1.2.2 Métodos (obs, proxies y modelos) climatológicos. 1.3 Balance radiativo y modelos simples de transferencia radiativa. 1.4 Efecto invernadero. 1.5 Sensibilidad climática.		El/la estudiante: 1. Utiliza gráficos para analizar las interacciones y retroalimentaciones de los principales componentes del sistema climático presente 2. Examina la interacción entre la radiación y la superficie terrestre, considerando ejemplos del mundo real. 3. Elabora, con criterios de claridad idiomática, precisión técnica y científica, informes de laboratorio, a fin de explicar aspectos del funcionamiento del sistema climático. 4. Define un tema a investigar relacionado con algún aspecto del Sistema Tierra, considerando factibilidad y alcance de la investigación. 5. Elabora, de manera clara y coherente, un resumen acerca de su tema de investigación, previamente definido, según criterios de factibilidad y alcance. 6. Evalúa en forma continua el cumplimiento de las metas y objetivos, en el contexto del trabajo en equipo, realizando ajustes a las actividades.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo I, II (2) Capítulo 1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA6	Cambio climático de largo plazo: escala tectónica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Atmósfera Primitiva. Evolución de la Atmósfera. 2.2 Paradoja del sol débil. 2.3 Ciclo del Carbono y control tectónico del clima. 2.4 Rol de la actividad biológica en el clima. 2.5 Climas Planetarios. 2.6 Observaciones de climas pasados. 2.7 Tierra Bola de Nieve.		El/la estudiante: 1. Compara y contrasta la evolución de las atmósferas de distintos planetas del sistema solar. 2. Estima la importancia de procesos de escala geológica y su interacción con las componentes del sistema climático para la mantención de equilibrio climático. 3. Asocia características propias de nuestro planeta con las condiciones de vida. 4. Lee textos y (artículos para desarrollar una comprensión profunda sobre sistemas climáticos.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulos 3, 4, 7, 9. (2) Capítulos 3, 7	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA8	Cambio climático a escala orbital	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Forzamiento Orbital. 3.2 Ciclo glaciales-interglaciales. 3.3 Forzamiento orbital de monzones. 3.4 Variabilidad milenial. 3.5 Cambios climáticos abruptos.		El/la estudiante: 1. Relaciona el efecto de los cambios orbitales, como forzamiento del sistema climático, con su respuesta a escala de cientos de miles de años. 2. Analiza los mecanismos existentes en el sistema climático que dan origen a cambios abruptos. 3. Determina los alcances e impactos y derivados de la toma de decisiones sobre alguna situación o hecho en diversos contextos de la formación científica.	
Bibliografía de la unidad		(1) (3)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5	Cambio climático presente y futuro	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Cambios en el último milenio. 4.2 Cambio climático los últimos 150 años. 4.3 Escenarios del Clima Futuro: global y Chile. 4.4 Opciones de Adaptación y Mitigación.		El/la estudiante: 1. Analiza y evalúa críticamente el rol humano en los cambios climáticos observados. 2. Discrimina entre variabilidad climática natural y forzada antropogénicamente. 3. Describe los elementos principales que apuntan a la sostenibilidad en su ámbito disciplinar. 4. Elabora presentaciones claras y pertinentes a un contexto formal, utilizando recursos no verbales (apoyo visual, imágenes, tablas, modelos digitales, entre otros).	
Bibliografía de la unidad		(3) (5)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo se divide entre clases expositivas, lecturas de artículos científicos, laboratorios computacionales y un trabajo de investigación con presentación oral final. Hay un especial énfasis en el análisis crítico sobre estas materias.

El curso considera, además, otras estrategias entre las que se pueden mencionar:

- Análisis de literatura relevante (en inglés) a modo de ejercicios de lectura y discusión grupal.
- Discusión a partir de material audiovisual.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Tareas.
- Controles de Lectura.
- Informes de Laboratorio.
- Proyecto de Investigación.
- Presentación oral de la investigación.
- Examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) William F. (2008) Ruddiman: *Earth's Climate: Past and Future*. Freeman.
- (2) Pierrehumbert, *Planetary Climates*, disponible en línea en <http://geosci.uchicago.edu/~rtp1/ClimateBook/ClimateBook.html>
- (3) IPCC-AR5, (2015).

Bibliografía complementaria

- (4) Rubin, Edgard, S. (S/F). Introduction to engineering and the environment.
- (5) Wallace & Hobbs. (S/F). Atmospheric Science.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Maisa Rojas, Roberto Rondanelli
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO SISMOLOGÍA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Sismología	Código	GF4001	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Seismology</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3001: Geofísica general, FI3001: Vibraciones y ondas					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito introducir a los y las estudiantes en el estudio de la sismología y se espera que utilicen conceptos de la geofísica tales como placas tectónicas, terremotos, hipocentro, magnitud, ondas sísmicas, peligro sísmico y técnicas básicas de esta disciplina, en aplicaciones simples que les permitirán cuantificar las variables físicas asociadas al fenómeno terremoto.

La estrategia metodológica es participativa, con clases presenciales en donde el y la estudiante trabajarán en actividades que les permitirán utilizar datos reales de sismos ocurridos en Chile y en otras partes del mundo, que serán trabajados durante el curso.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés
Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2	RA1: Aplica conceptos y técnicas básicas de procesamiento de datos, considerando conceptos teóricos y métodos de la sismología, a fin de inferir fenómenos asociados a los terremotos.
CE5	RA2: Plantea y resuelve ecuaciones de ondas sísmicas, considerando los principios de elasticidad, a fin de determinar las características de los medios por donde se propagan dichas ondas y la génesis de los terremotos.
CE1, CE5	RA3: Cuantifica las variables físicas asociadas a la sismicidad basadas en datos sismológicos, considerando conceptos y técnicas geofísicas, que permitan describir comparativamente la sismicidad a nivel mundial y en Chile.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora informes concisos y claros, en donde explica el fenómeno de la sismicidad, a partir de la integración de información extraída de múltiples fuentes sobre sismología.
CG1, CG2	RA5: Lee en español e inglés, desde una perspectiva analítica, diversos textos y artículos científicos sobre sismicidad y fenómenos asociados a los terremotos y su origen.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA4, RA5	Sismotectónica	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Sismicidad y tectónica de placas. 1.2 Distribución global de la sismicidad. 1.3 Terremotos en Chile. Zona de subducción, sismicidad andina. 1.4 Ciclo sísmico. 1.5 Terremotos históricos.		El/la estudiante: 1. Relaciona la génesis de terremotos y distribución global y local de la sismicidad con la tectónica de placas, estableciendo comparaciones entre diferentes regiones. 2. Aplica observaciones sismológicas a procesos físicos en el interior de la Tierra, infiriendo y explicando dichos fenómenos. 3. Lee en español e inglés textos y artículos para desarrollar una comprensión profunda sobre sismotectónica 4. Escribe reportes de tareas asociadas a sismotectónica.	
Bibliografía de la unidad		(1) Cap. 11 (2) Cap. 5	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Elasticidad y ondas sísmicas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Tensión y deformación, ecuaciones de ondas. 2.2 Ondas internas P y S. Propagación en medios estratificados, reflexión y refracción. 2.3 Ondas superficiales Rayleigh y Love. 2.4 Oscilaciones libres de la Tierra.		El/la estudiante: 1. Resuelve ecuaciones de ondas, considerando los principios de elasticidad. 2. Relaciona los resultados de la ecuación de ondas con datos sismológicos, utilizando las propiedades de propagación de ondas en diferentes medios.	
Bibliografía de la unidad		(1) Cap. 2-3 (2) Cap. 2 (3) Cap. 2 -3	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA4, RA5	Sismología observacional	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Curvas camino-tiempo. 3.2 Estructura interna de la Tierra, modelos sísmicos. 3.3 Modelos de velocidad de ondas con profundidad. 3.4 Determinación de hipocentro. 3.5 Tomografía sísmica.		El/la estudiante: 1. Utiliza los principios de propagación de ondas sísmicas para analizar la estructura interna de la Tierra a escala global y local. 2. Calcula la localización de sismos y estimación de estructura de velocidades de ondas en profundidad a partir de problemas. 3. Lee en inglés y español textos y artículos para relacionar e integrar información sobre sismología observacional. 4. Escribe reportes o informes sobre temas de sismología observacional.	
Bibliografía de la unidad		(1) Cap. 3 - 6 - 7 (2) Cap. 3 (3) Cap. 4 - 5	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3, RA4	Fuente sísmica	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Teoría del "Rebote Elástico". 4.2 Fallas: normal, inversa, rumbo. 4.3 Barreras y asperezas. 4.4 Mecanismo de foco y patrón de radiación. 4.5 Momento sísmico, magnitud e intensidad, energía, caída de tensión, análisis espectral. Descripción dinámica de la ruptura.		El/la estudiante: 1. Analiza y explica el proceso de ruptura de terremotos, considerando momento sísmico, geometría de la ruptura asociada, patrón de radiación, tamaño del sismo generado, etc. 2. Obtiene parámetros de la fuente sísmica, a partir de las ecuaciones de onda y de propagación y características del medio. 3. Redacta, de manera clara y coherente, textos sobre fuente sísmica.	
Bibliografía de la unidad		(1) Cap. 8 - 9 (2) Cap. 4 (3) Cap. 9	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3, RA4	Sismología aplicada	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Efectos destructores asociados a terremotos. 5.2 Generación de Tsunami. 5.3 Efecto de sitio debido a la topografía y características del suelo de fundación. 5.4 Acelerogramas, relaciones de atenuación. 5.5 Relación magnitud-frecuencia. 5.6 Peligro y riesgo sísmico. 5.7 Dilatación y fenómenos precursoros. 5.8 Sismicidad inducida: embalses, inyección de fluidos, minería.		El/la estudiante: 1. Estima el peligro sísmico y daños potenciales asociados a estructuras e infraestructuras, considerando los <i>efectos de terremotos y fenómenos precursoros</i> . 2. Infiere y relaciona los daños potenciales asociados a diferentes fenómenos sismogénéticos. 3. Determina la idea central y propósito de un texto e inglés donde se utilizan cláusulas de contraste, gerundios e infinitivos, condicionales e hipotéticos. 4. Redacta, con coherencia y claridad, reportes sobre sismicidad, integrando información proveniente de múltiples fuentes.	
Bibliografía de la unidad		(1) Cap. 9 - 11 (2) Cap. 4 (3) Cap. 10	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Análisis de caso.
- Revisión crítica de lecturas.

La metodología de trabajo es activo-participativa donde el y la estudiante son responsables de su proceso aprendizaje, autorregulando su quehacer en las diversas actividades académicas que se le proponen.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

- Controles.
- Tareas/reportes breves.
- Examen.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones y condiciones de aprobación del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

(1) LAY, T., & T. WALLACE (1995). *Modern Global Seismology*. Academic Press.

(2) STEIN, S., & M. WYSESSION. (2003). *An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure*, Blackwell Publishing.

(3) SHEARER, P. (2000). *Introduction to Seismology*. Cambridge University Press.

Bibliografía Complementaria:

(4) AKI, K., & P. RICHARDS. (1980). *Quantitative Seismology: Theory and Methods*. Freeman and Co., 1980.

(5) BULLEN, K.E., & B.A. BOLT. (1985). *An Introduction to the Theory of Seismology*. Cambridge University Press.

(6) RICHTER, C.F. (1958). *Elementary Seismology*, W.H. Freeman and Co., 1958.

(7) UDIAS, A. *Introducción a la Sismología y Estructura Interna de la Tierra*. Universidad Complutense de Madrid, 1971.

(8) Udías, A. (1999). *Principles of Seismology*. Cambridge University Press.

(9) Udías, A., Madariaga, R. and Buforn, E. (2014). *Source Mechanisms of Earthquakes: Theory and Practice*. Cambridge University Press.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	M. Pardo, S. Ruiz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO MATEMÁTICAS APLICADAS A LA GEOCIENCIA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Matemáticas aplicadas a la geociencia	Código	GF4005	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Mathematics Applied to Geosciences</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	MA3403: Probabilidades y estadística/MA3401: Probabilidades				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito entregar a los y las estudiantes las bases teóricas, con énfasis en la aplicación, de los métodos matemáticos de la física-matemática para que el y la estudiante resuelvan ecuaciones a derivadas parciales, sujetas a condiciones de borde e iniciales, utilizando el contexto de la geofísica lo que le permite enfrentarse a problemas simples y complejos de la disciplina, proponiendo soluciones viables.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE5	RA1: Resuelve integrales de contorno en el plano complejo, definiendo la curva de integración y sus restricciones, con el fin de obtener soluciones pertinentes de ecuaciones parciales, en el contexto de los métodos de la física matemática.
CE1, CE5	RA2: Utiliza métodos de la física matemática en la resolución de ecuaciones a derivadas parciales sujetas a condiciones de borde e iniciales, a fin de encontrar soluciones analíticas a procesos geofísicos gobernados por diversas ecuaciones de la física matemática.
	RA3: Utiliza las funciones especiales, deduciendo sus propiedades, en diversos problemas y aplicaciones en el campo de la física matemática.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG3	RA4: Elabora tareas y ejercicios, evidenciando honradez y un compromiso auténtico con su aprendizaje y con las actividades académicas que son parte de sus responsabilidades.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Variable compleja e integración en el plano complejo	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1 Clasificación de singularidades (e.g. algebraicas, esenciales, polos, puntos de ramificación) de funciones de una variable compleja.</p> <p>1.2 Definición de funciones uniformes y multiformes. Definición de las superficies y hojas de Riemann.</p> <p>1.4 Integración en el plano complejo de funciones univaluadas y multivaluadas, que presenten polos, ramificación y cortes. Lemas de Jordan.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resuelve problemas, considerando la clasificación de singularidades y funciones de variable compleja del tipo uniformes y multiformes. 2. Identifica las singularidades en el plano complejo de la función a integrar. 3. Define el contorno de integración y líneas de corte en el plano complejo. 	
Bibliografía de la unidad		Ref [1], [5] y [7].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4	Espacio de Funciones y Elementos de la Teoría Distribuciones	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1 Espacios vectoriales de dimensión infinita (Hilbert). Definición de producto interno escalar, norma. Definición de un espacio ortonormal completo de funciones. Expansión de una función en una base ortonormal completa de funciones.</p> <p>2.2 Ejemplos de espacios completos, tales como polinomios ortogonales clásicos, series de Fourier. Definición de la fórmula generalizada de Rodríguez.</p> <p>2.3 Elementos de la Teoría de Distribuciones y definición de Funcional. Espacio de Schwartz. Definición y propiedades de la Delta de Dirac. Concepto de la función de Green de un sistema lineal.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resuelve problemas en el ámbito de la física matemática, utilizando las definiciones de un espacio de funciones. 2. Utiliza la definición y propiedades de la Delta de Dirac en problemas aplicados de la física matemática. 3. Deduce propiedades de la Delta de Dirac, considerando las nociones de la teoría de distribuciones y la definición de funcional y de distribuciones temperadas. 4. Trabaja con honradez para cumplir con sus actividades (ejercicios y tareas), respetando los compromisos y acuerdos adquiridos. 	
Bibliografía de la unidad		Ref [1], y [6].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4	Métodos de Transformaciones Integrales para resolver ecuaciones a derivadas parciales	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1 Transformada de Fourier en n dimensiones. Teorema de reciprocidad para la transformación de Fourier directa e inversa. Definición de las transformadas seno y coseno. Definición de la Transformada de Hankel.</p> <p>3.2 Transformada de Laplace directa e inversa.</p> <p>3.3 Resolución de la Transformada de Laplace inversa, calculando la integral de inversión de Mellin en el plano complejo.</p> <p>3.4 Transformada de Fourier y Laplace de Distribuciones.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calcula las transformadas de Fourier directa e inversa en el espacio de n-dimensiones. 2. Aplica la transformada de Laplace y resuelve su transformación inversa, usando tablas e integrando en el plano complejo (Integral de Inversión de Mellin). 3. Utiliza métodos de transformaciones integrales (e.g. Fourier, Laplace, Laplace-Fourier) en la resolución de problemas geofísicos en que intervienen ecuaciones a derivadas parciales sujetas a condiciones de borde e iniciales. 4. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio o copia. 	
Bibliografía de la unidad		Ref [1], [3], y [5].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2	Ecuaciones a derivadas parciales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1 Clasificación formal de las ecuaciones a derivadas parciales que aparecen en física matemática.</p> <p>4.2 Clasificación de las condiciones de borde de ecuaciones a derivadas parciales, y ejemplos que aparecen en distintos problemas de la geofísica.</p> <p>4.3 Definición de la función de Green.</p> <p>4.4 Ejemplos de resolución de algunos problemas geofísicos, tales como, la ecuación bi-armónica inhomogénea que gobierna la flexura de una placa elástica. Resolución de la ecuación de ondas en 2D, 3D, homogénea e inhomogénea. Ecuación de Laplace, 2D, 3D. Ecuación de difusión, 2D, 3D. Resolución de la ecuación de agua poco profunda.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clasifica las distintas ecuaciones a derivadas parciales que aparecen en la física aplicada. 2. Reconoce y clasifica las distintas condiciones de borde (Dirichlet, Neumann y Cauchy) que intervienen en problemas aplicados de la física matemática. 3. Resuelve problemas donde intervienen las ecuaciones con derivadas parciales (elípticas, parabólica, hiperbólicas). 4. Utiliza la transformada conjunta de Fourier-Laplace para resolver ecuaciones a derivadas parciales con aplicación a problemas geofísicos. 	
Bibliografía de la unidad		Ref [1], [2], [3], [4] y [5].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3	Funciones Especiales	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Resolución de la Ecuación de Laplace en coordenadas cilíndricas por el método de separación de variables. 5.2 Ecuación diferencial de Bessel. Solución de la ecuación en serie de potencias. Funciones de Bessel cilíndricas y esféricas, de 1era y 2da especie. Funciones de Bessel cilíndricas y esféricas modificadas. Funciones de Hankel cilíndricas y esféricas de 1er y 2do tipo. 5.3 Propiedades de las funciones de Bessel cilíndricas y esféricas. Formas integrales, relaciones de recurrencia, función generatriz, formas asintóticas. 5.4 Resolución de la ecuación de Helmholtz en coordenadas esféricas por el método de separación de variables. 5.5 Ecuación diferencial de Legendre. Solución de la ecuación de Legendre en serie de potencias. Funciones asociadas de Legendre, polinomios de Legendre. Formas integrales, relaciones de recurrencia, función generatriz, formas asintóticas.		El/la estudiante: 1. Resuelve por el método de separación de variables (en coordenadas cilíndricas y esféricas) ecuaciones a derivadas parciales de la física-matemática (Ecuación de Laplace, de Helmholtz, de Ondas). 2. Identifica las ecuaciones diferenciales ordinarias a coeficientes no constantes que aparecen en problemas de la física matemática (e.g. Bessel cilíndrica, Bessel esférica, ecuación de Legendre) 3. Resuelve problemas en que intervienen las funciones especiales y logra encontrar solución a problemas de la física-matemática, considerando condiciones iniciales y de borde. 4. Infiere las funciones especiales y sus propiedades, identificando la ecuación diferencial ordinaria con las cuales trabajar dichas funciones. 5. Utiliza las funciones especiales y sus propiedades en diversos problemas y aplicaciones en el campo de la física matemática.	
Bibliografía de la unidad		Ref. [1], y [4].	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clases expositivas:** el o la docentes presenta los principales contenidos a desarrollar en cada sesión de trabajo, considerando una participación activa de los y las estudiantes.
- **Resolución de problemas:** a partir de tareas o ejercicios, los estudiantes resuelven problemas asociados a los contenidos tratados en las unidades.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes. El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas.
- Examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Arfken & Weber (2005). "Mathematical Methods for Physics", 6ta Edición. Academic Press.
- [2] Richard Courant & David Hilbert (1953). "Methods of Mathematical Physics", Vol I y II. Wiley Interscience Publications.
- [3] Jon Mathews & Robert L. Walker, (1970). "Mathematical Methods of Physics", 2da Edición, W.A. Benjamin.
- [4] Philip McCord Morse & Herman Feshbach, (1953). "Methods of Theoretical Physics", Volume 1 & 2, McGraw-Hill.

Bibliografía complementaria:

- [5] Whittaker-Watson, (1996). "A Course of Modern Analysis", 4ta Edición, Cambridge University Press.

[6] J. Brown & R. Churchill, (2000). "*Fourier Series and Boundary-value Problems*", 6ta Edición. McGraw Hill.

[7] R. Churchill & J. Brown (1989). "*Complex Variables and Applications*", 5ta Edición, McGraw-Hill.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Javier A. Ruiz Paredes
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO GEODINÁMICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Geodinámica	Código	GF4004	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Geodynamics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3001: Geofísica general, FI3001: Vibraciones y ondas					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el y la estudiante utilicen conceptos del funcionamiento y dinámica del interior de la Tierra para explicar los fenómenos geodinámicos desde una perspectiva cuantitativa e interpretativa.

Este curso entrega la base para que el y la estudiante usen los conceptos de funcionamiento y dinámica del interior de la Tierra en estudios de la deformación cortical y aplicaciones de la mecánica de fluido a problemas geológicos. Además, realizarán diversas tareas computacionales en donde los y las estudiantes podrán modelar e interpretar procesos geodinámicos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CE2: Comunicación en inglés
Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Aplica la mecánica de sólidos en la resolución de problemas geodinámicos para explicar procesos de primer orden que condicionan la evolución tectónica de la Tierra.
CE4	RA2: Calcula las propiedades elásticas y/o térmicas de la litósfera, utilizando modelos flexurales y datos topográficos que permitan determinar la mecánica de la litósfera terrestre.
CE2, CE5	RA3: Modela procesos geodinámicos, comparando con mediciones topográficas a fin de cuantificar las propiedades físicas de la litósfera.
CE4	RA4: Analiza y modela, a partir de una investigación, la deformación terrestre, usando un modelo multi – reológico, para explicar la respuesta de la litósfera a distintos esfuerzos tectónicos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta un informe sobre los resultados de la modelación de la deformación terrestre, usando modelos multi – reológicos, a fin de explicar, de manera precisa y argumentada dicha deformación terrestre.
CG1, CG2	RA6: Lee, de manera comprensiva y analítica, textos y artículos en inglés y español sobre aspectos teóricos y conceptuales de la geodinámica, relacionando la información con aspectos de su formación.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Esfuerzo y deformación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Esfuerzos. 1.1.1. Clasificación. 1.1.2. Tensor de Esfuerzos. 1.1.3. Esfuerzos Principales y Deviatorico. 1.1.4. Círculos de Mohr 2D y 3D. 1.2. Deformación. 1.2.1. Tensor de deformación. 1.2.2. Deformación principal y deviatorica. 1.2.3. Triangulación. 1.2.4. Dilatación volumétrica.		El/la estudiante: 1. Maneja herramientas de la física y las matemáticas para determinar el esfuerzo y deformación en ejercicios teóricos y numéricos. 2. Estima la deformación de la Tierra, usando conceptos básicos de la mecánica de sólidos.	
Bibliografía de la unidad		(1) (2)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4	Elasticidad y Flexura de la Litósfera	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
a. Ley de Hooke y aplicaciones. i. Flexura de la litósfera debido a cargas volcánicas. ii. Flexura de la litósfera en la fosa y morfología del Outer Rise.		El/la estudiante: 1. Cuantifica la deformación elástica debido a esfuerzos tectónicos, infiriendo las propiedades elásticas de la litósfera. 2. Interpreta los resultados de la cuantificación de la deformación elástica dentro de un contexto tectónico. 3. Lee de manera comprensiva sobre elasticidad y flexura de la litósfera. 4. Produce textos concisos sobre la deformación elástica de la litósfera.	
Bibliografía de la unidad		(1) (3)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3	Fallamiento	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Deformación frágil. 3.1.1. Clasificación. 3.1.2. Fricción en fallas. 3.1.3. Teoría de Anderson. 3.1.4. Criterio de Coulomb.		El/la estudiante: 1. Selecciona y utiliza distintos modelos de fallamiento ante cierta condición de esfuerzos. 2. Estima valores de esfuerzos críticos que producen fallamiento ante distintas situaciones geológicas. 3. Compara los resultados obtenidos de esfuerzos críticos con mediciones tomadas de laboratorio, deduciendo cómo se produce el fallamiento.	
Bibliografía de la unidad		(1) (2)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2	Flujo de calor terrestre	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Ley de conducción de Fourier. 4.2. Flujo de calor en la superficie terrestre. 4.3. Conducción de calor 1-D y con dependencia temporal. 4.4. Enfriamiento o calentamiento instantáneo de un semi-espacio infinito. 4.5. Enfriamiento de la litósfera. 4.6. Oceánica.		El/la estudiante: 1. Calcula el flujo de calor terrestre, aplicando la ley de Fourier, considerando parámetros termales de la litósfera terrestre. 2. Determina la estructura termal bidimensional de la litósfera oceánica. 3. Utiliza modelos termales para determinar la profundidad del piso oceánico y comparándolo con datos batimétricos.	
Bibliografía de la unidad		(1) (2)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA4, RA5, RA6	Reología	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Deformación dúctil. 5.1.1. Relación esfuerzo - tasa de deformación: Viscosidad lineal. 5.1.2. Creep de difusión y dislocación. 5.1.3. Reologías dependientes del esfuerzo: leyes de potencia. 5.1.4. Reología de la Isfera y manto.		El/la estudiante: Modela la deformación de las rocas, considerando situaciones de presión, temperatura, tasa de deformación y mineralogía. Lee, de manera comprensiva, sobre conceptos Reología aplicables a diversos problemas en geodinámica. Produce un informe sobre los resultados de la modelación de la deformación terrestre, usando modelos multi - reológicos.	
Bibliografía de la unidad		(1) (2)	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

Como estrategia metodológica se utilizarán **clases expositivas** con participación activa de los y las estudiantes, autorregulando su quehacer y cumplir con responsabilidad los desafíos que se le plantean.

Además, se motivará la participación de los y las estudiantes a través de la realización de **tareas teóricas y computacionales (resolución de problemas)** como también **lecturas críticas** de artículos científicos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes estrategias de evaluación:

- Controles.
- Tareas computacionales y teóricas, con sus respectivos reportes en los que justifiquen sus resultados.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

(1) Turcotte and Schubert, (2002). Geodynamics. 2nd Edition.

(2) C. M. R. Fowler. (2004). The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics.

(3) Watts, A. B. (2001). Isostasy and Flexure of the Lithosphere.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Eduardo Contreras Reyes
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO MÉTODOS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Métodos de exploración geofísica	Código	GF4006	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Exploration Methods in Geophysics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4001: Sismología					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes manejen conceptos básicos de los métodos geofísicos actualmente empleados en la exploración del subsuelo, como métodos gravimétrico, magnético, sísmico y eléctrico comúnmente usados en temas tales como prospección minera o petrolera, estudio de suelos, prospección de aguas y estudio de estructuras geológicas a escala regional. El y la estudiante se familiarizan con el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos, en base a modelos físico – matemáticos de las variables físicas en juego.

Además, el y la estudiante logran familiarizarse con el instrumental geofísico y la aplicación en terreno de cada uno de los métodos tratados en clase. En este curso se realizará al menos una salida de terreno.

La metodología del curso es activa. Se promueve una mayor responsabilidad y autorregulación de los y las estudiantes acerca de las materias trabajadas. El o la docente, por su parte, actúa como mediador de todo este proceso, promoviendo la discusión y reflexión sobre lo tratado en clases.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales tales como; hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando

con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3, CE4	RA1: Opera instrumental geofísico (gravímetro, magnetómetro, sistema de prospección sísmica, sistema eléctrico, entre otros), considerando los procedimientos de medición en terreno, su aplicabilidad y limitaciones, a fin de obtener datos para la exploración geofísica del subsuelo.
CE5	RA2: Utiliza modelos simplificados de estimaciones terrestres, ajustando los datos obtenidos, para inferir propiedades físicas del subsuelo.
CE1	RA3: Procesa e interpreta datos geofísicos obtenidos en terreno, utilizando técnicas propias de los métodos gravimétrico, magnético, sísmico y eléctrico, entre otros, a fin de inferir información sobre la estructura y las diversas propiedades físicas del subsuelo.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora un informe, preciso e informado, sobre las mediciones obtenidas en terreno, considerando en su escrito las metodologías utilizadas, las variables geofísicas medidas y sus resultados.
CG3, CG4	RA5: Trabaja con sus pares, en un clima de respeto y tolerancia, en condiciones que podrían dificultar la convivencia y las tareas diarias, a fin de cumplir con su trabajo de manera responsable y obtener mediciones fidedignas sin manipular los datos recogidos.
CG5	RA6: Toma datos en terreno, tratando de minimizar los impactos ambientales en cuanto al uso de vehículos, herramientas de medición en general, a fin de resguardar el medio natural en el que ejecuta su trabajo.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3, RA5, RA6	Método Gravimétrico	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Forma de la Tierra y Gravedad Normal. 1.2 Instrumentación: principio de funcionamiento de gravímetros, medidas relativas y absolutas de gravedad, deriva instrumental. 1.3 Reducción de datos: Correcciones de aire libre, Bouguer, topográfica, por latitud, mareas terrestres, corrección de Eötvös en gravimetría aérea y marina, estimación y eliminación de tendencia regional. 1.4 Modelación e Interpretación: Cálculo analítico del efecto gravitatorio de cuerpos simples (esfera, cilindro, dique, falla, etc.), utilizando integración directa y Ley de Gauss. Algoritmos numéricos para el cálculo de efecto gravitatorio de cuerpos de forma arbitraria en 2 (dos) dimensiones, modelaje interactivo de datos reducidos para determinación de formas y contrastes de densidad de las fuentes de la anomalía gravimétrica. 1.5 Densidades de diferentes tipos de rocas, variaciones por cambios de presión y temperatura, efecto de la porosidad, correlación de resultados con geología.		El/la estudiante: 1. Utiliza instrumental geofísico (gravímetro), aplicando procedimientos de medición en terreno. Identifica en la práctica la aplicabilidad y limitaciones del método gravimétrico, mediante el procesamiento de datos. 2. Modela los datos procesados, ajustando dichos datos en base a un modelo físico. 3. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. 4. Argumenta sobre sus decisiones y el resultado de sus acciones, de manera razonada y razonable. 5. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad.	
Bibliografía de la unidad		(1) capítulos 1 y 6. (2) capítulos 1,2,3,7 y 9. (3) capítulos 1,12,13 y 14. (4) capítulo 2. (5) capítulo 2.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Método Magnético	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1 Introducción: Principios y unidades de medición. Diferentes tipos de magnetómetros, magnetómetros de campo total, principios de operación, procedimiento de trabajo en terreno. Magnetización inducida y remanente de rocas. Susceptibilidad magnética y razón de Koenigsberger.</p> <p>2.2 Reducción de datos: obtención de anomalía residual, descuento de campo magnético de referencia. Anomalía de campo total.</p> <p>2.3 Modelación e Interpretación: Cálculo analítico de efectos magnéticos de cuerpos magnetizados con geometrías simples (dique, falla, etc.), relación de Poisson. Modelaje numérico de cuerpos de forma arbitraria en 2 dimensiones.</p> <p>2.4 Modelaje interactivo de datos reducidos para determinación de formas, magnetización y susceptibilidades magnéticas de las fuentes de la anomalía.</p> <p>2.5 Correlación de resultados con geología.</p>		<p>El/ la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utiliza instrumental geofísico (magnetómetro) y los procedimientos de medición en terreno. Identifica en la práctica la aplicabilidad y limitaciones del método magnético, mediante el procesamiento de datos. Reduce datos, obteniendo la anomalía residual y de campo total, descuento de campo magnético de referencia. Modela los datos procesados, ajustando dichos datos en base a un modelo físico. Realiza cálculos analíticos de efectos magnéticos de cuerpos magnetizados con geometrías simples. Modela numéricamente cuerpos de forma arbitraria en 2 dimensiones. 	
Bibliografía de la unidad		<ol style="list-style-type: none"> capítulos 1 y 7. capítulos 5, 8 y 9. capítulos 1,15, 16 y 17. capítulos 3. capítulos 3. 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA4	Método Sísmico	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1 Introducción: Parámetros elásticos de las rocas, parámetros de Lamé, módulos de Young y, Poisson. Ecuación de ondas, ondas P y S y sus velocidades de propagación. Variación de éstas con presión, temperatura y porosidad. Relaciones entre densidad y velocidad, coeficientes de atenuación.</p> <p>3.2 Teoría de rayos, frentes de onda, divergencia geométrica. Reflexión y refracción de ondas, ley de Snell, curvas camino-tiempo.</p> <p>3.3 Instrumentación: Tipos de fuente sísmica y geófonos comúnmente usados en sísmica terrestre y marina, adquisición de datos digitales, aliasing.</p> <p>3.4 Refracción: Cálculo de curvas camino tiempo para modelos de capas homogéneas planas e inclinadas, inversión de datos camino-tiempo para la obtención de estructura de velocidades en profundidad por el método de tiempos de intercepción – pendientes (t-p).</p> <p>3.5 Reflexión: Aproximación hiperbólica a curvas camino-tiempo usada en sísmica de reflexión. Adquisición de datos de reflexión terrestres y marinos, reagrupamiento de datos en Punto Medio Común (CMP), corrección normal, "stacking" y producción de perfil de reflexión, elementos de migración sísmica, interpretación básica.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aplica el método sísmico en la exploración geofísica del subsuelo, considerando las bases físicas fundamentales que rigen dicha exploración. Usa instrumental geofísico (sistema de prospección sísmica), considerando los procedimientos de medición en terreno. Procesa datos de terreno e identifica en la práctica la aplicabilidad y limitaciones del método sísmico. Modela los datos procesados, ajustando dichos datos en base a un modelo físico. Produce reportes de forma clara y concisa sobre el procesamiento de datos en terreno y el uso del método sísmico. 	
Bibliografía de la unidad		<ol style="list-style-type: none"> capítulos 1,2,3,4 y 5. 1 al 11. capítulos 11, 12 y 13. capítulo 4. 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	Método eléctrico	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1 Propiedades eléctricas de las rocas: resistividad, polarización, constantes dieléctricas, dependencia de las propiedades eléctricas con la litología y las variables de estado.</p> <p>4.2 Teoría básica: Inyección de corriente por electrodo en la superficie de un semi-espacio homogéneo. Metodologías en corriente continua, sondajes eléctricos verticales. Tipos de arreglos de electrodos: Schlumberger, Wenner, dipolo-dipolo.</p> <p>4.3 Factor geométrico y resistividad aparente.</p> <p>Instrumentación: Descripción de los distintos sistemas de medición, fuentes de poder, preparación de los puntos de medición (resistencias de contacto, inyección de corriente).</p> <p>4.4 Reducción e Interpretación de datos: Representación de la información, modelación directa e inversa mediante modelos unidimensionales de capas planas homogéneas. Interpretación de resultados en base a perfiles de resistividad eléctrica versus profundidad.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica las bases físicas fundamentales que rigen la exploración geofísica del subsuelo mediante el método eléctrico. 2. Utiliza el instrumental geofísico (sistema eléctrico) y los procedimientos de medición en terreno. 3. Determina la aplicabilidad y limitaciones del método eléctrico, mediante el procesamiento de datos. 4. Modela los datos procesados, ajustando dichos datos en base a un modelo físico. 5. Determina los alcances, impactos y responsabilidades éticas, tanto personales y colectivas, derivados de la toma de decisiones sobre alguna situación o hecho, en diversos contextos de la formación científica y de la ingeniería. 6. Redacta un informe de terreno preciso e informado, integrando las variables físicas de cada método, con sus ventajas y limitaciones, para caracterizar una zona de estudio. 7. Produce, de manera clara, precisa y eficaz, exposiciones orales con apoyo de recursos verbales y no verbales (audiovisuales, entre otros). 8. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. 	
Bibliografía de la unidad		<p>(1) capítulo 8 y 9.</p> <p>(3) capítulo 18.</p> <p>(4) capítulos 5, 6, 7 y 8.</p> <p>(5) capítulos 5, 6, 7, 8 y 9.</p>	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

La metodología del curso es activa. Se promueve una mayor responsabilidad y autorregulación de los y las estudiantes acerca de las materias trabajadas y de las actividades académicas con las que deben cumplir.

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza:

- **Clase expositiva.**
- Resolución de problemas.
- **Salidas a terreno:** el curso contempla al menos una salida obligatoria a terreno por un total de al menos 3 días. El trabajo en terreno se concentrará en una localidad que será estudiada utilizando los diferentes métodos.

El docente, por su parte, actúa como mediador de todo este proceso, promoviendo la discusión y reflexión sobre lo tratado en clases.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas.
- Informe de terreno.
- Examen final.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria

KEAREY, P., M. BROOKS, and I. HILL, (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration*, 3rd Edition, Blackwell Publishing.

Bibliografía complementaria:

BLAKELY, R. J. (1996). *Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press.

DOBRIN, M., and H. SAVIT (1988). *Introduction to Geophysical Prospecting*. 4th Edition, McGraw Hill.

MILSON, J. (2003). *Field Geophysics*. 3rd Edition, Wiley, 2003.

TELFORD, W.M., Geldart, L.P, Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics*, 2nd Edition, Cambridge University Press.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Emilio Vera, Daniel Díaz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADA A LA GEOCIENCIA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Mecánica de fluidos aplicada a la geociencia	Código	GF4022	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Fluid Mechanics Applied to Geoscience</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4005: Matemáticas aplicadas a la geociencia					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen conceptos de la mecánica de fluidos para modelar los flujos en la astenósfera y atmósfera.

Comprender los flujos astenosféricos es primordial para entender el funcionamiento de la tectónica de placas, que es la causa de grandes procesos geofísicos tales como terremotos, erupciones volcánicas y orogénesis.

Asimismo, entender el comportamiento de los flujos atmosféricos es de gran relevancia para inferir el funcionamiento del clima y de fenómenos meteorológicos de distintas escalas.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CE2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Deriva, a partir de los principios fundamentales de conservación, las ecuaciones que describen la dinámica de fluidos geofísicos.
CE45	RA2: Utiliza la mecánica de fluidos para modelar flujos geológicos a escala cortical y litosférica.
CE1, CE5	RA3: Modela el ángulo de subducción, utilizando conceptos de la mecánica de fluidos a fin de comparar los resultados de la modelación con observaciones geofísicas.
CE1, CE5	RA4: Modela el flujo atenosférico, proponiendo hipótesis para explicar la física de ciertas fuerzas tectónicas.
CE1	RA5: Determina los efectos de la rotación terrestre y de la estratificación en la dinámica de fluidos geofísicos para explicar cómo se produce la circulación atmosférica.
CE1, CE5	RA6: Aplica modelos físicos y modelos numéricos para determinar los flujos geofísicos afectados por la rotación terrestre y las fuerzas boyantes.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA7: Elabora reportes y un informe sobre los resultados de la modelación de flujos atenosféricos y de cómo las fuerzas tectónicas afectan la configuración del sistema tectónico terrestre, utilizando criterios de claridad y precisión científica en su redacción.
CG1, CG2	RA8: Lee comprensivamente textos y artículos en español e inglés sobre aspectos teóricos de la mecánica de fluidos aplicada a la geodinámica, relacionando información que permita discutir diversas hipótesis y teorías propuestas sobre esta disciplina.
CG4	RA9: Ejecuta las actividades del trabajo de laboratorio, intercambiando información con su equipo, en un proceso de escucha activa y respetuosa para cumplir con las tareas solicitadas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Fluidos newtonianos	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Derivada Material. 1.2 Ley constitutiva para fluidos newtonianos. 1.3 Conceptos de: tasa de deformación, viscosidad dinámica y cinemática. 1.4 Ecuación de continuidad. 1.5 Ecuación de Navier-Stokes. 1.6 Número de Reynolds (flujo laminar y turbulento). 1.7 Ecuación de Stokes.		El/la estudiante: 1. Identifica las leyes físicas de conservación que rigen la dinámica de fluidos. 2. Distingue y describe las propiedades físicas que afectan la dinámica de fluidos newtonianos. 3. Examina las diferencias entre la derivada material y las derivadas comunes del cálculo diferencial. 4. Discrimina entre los flujos laminares y turbulentos. 5. Resuelve problemas, utilizando ecuaciones de continuidad y Navier-Stokes.	
Bibliografía de la unidad		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA6, RA8	Flujos canónicos (laminares) en geodinámica	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Flujo Couette 2.2 Flujo de Poiseuille. 2.3 Flujo en tuberías. 2.4 Flujo de Stokes. 2.4.1 Coeficiente de arrastre. 2.4.2 Velocidad Terminal (aplicaciones a Diapiros, Xenolitos y ascenso magmático).		El/ la estudiante: 1. Deriva a partir de la ecuación de Stokes diferentes flujos con aplicaciones a tuberías y cuellos volcánicos. 2. Deriva la velocidad terminal del ascenso/descenso de xenolitos en un ambiente, utilizando valores de los parámetros físicos obtenidos a través de mediciones empíricas. 3. Lee en inglés textos, relacionando la información con conceptos de la mecánica de fluido aplicada a la geociencia. 4. Utiliza lo aprendido en los textos en un nuevo contexto de aplicación del conocimiento especializado.	
Bibliografía de la unidad		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2	Problemas geodinámicos de escala cortical	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Diapirismo. 4.2 Pliegamiento.		El/la estudiante: 1. Visualiza la geometría de los flujos para interpretar la formación de diapiros y deformación cortical. 2. Resuelve problemas geodinámicos de escala cortical.	
Bibliografía de la unidad		(1) Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002. (2) Richards M.A, Geodynamics Notes, University of Berkeley. (3) C. M. R. Fowler, The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, 2004.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1	Conceptos básicos de dinámica de la atmósfera y el océano	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Fenómenos y escalas. 5.2 Ecuaciones de estado. 5.3 Ecuaciones de conservación de masa y de momentum. 5.4 Fuerzas inerciales. 5.5 Advección, Vorticidad y divergencia. 5.6 Ecuación termodinámica. 5.7 Ecuaciones de Boussinesq.		El/la estudiante: 1. Distingue las distintas escalas espaciales y temporales de los diversos fenómenos de circulación atmosférica y oceánica. 2. Examina la forma en que las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos se aplican para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano. 3. Aplica las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano.	
Bibliografía de la unidad		(4) Cushman-Roisin y Beckers, 2011. (5) Marshall y Plumb, 2008.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA5, RA6, RA7, RA8, RA9	Problemas básicos de dinámica atmosférica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1 Balance hidrostático y energía potencial disponible. 6.2 Viento geostrófico y viento térmico. 6.3 Estabilidad y convección. 6.4 Ondas de aguas someras.		El/la estudiante: 1. Utiliza el balance hidrostático para establecer la relación presión - altura. 2. Define el concepto de energía potencial disponible. 3. Determina el balance geostrófico y sus conceptos asociados: viento térmico, viento de gradiente, flujos ciclostróficos y flujo inercial. 4. Reconoce y analiza la importancia del concepto de estabilidad para los movimientos verticales. 5. Modela el fenómeno de convección de manera simplificada. 6. Examina y analiza la importancia de las ondas para la propagación de perturbaciones y el ajuste a condiciones de equilibrios dinámicos. 7. Establece vínculos entre lo leído en diversos textos con conocimientos sobre dinámica atmosférica. 8. Produce reportes o informes problemas de dinámica atmosférica, considerando precisión en sus escritos. 9. Respeta las ideas y opiniones de otros para definir acuerdos sobre la actividad a cumplir por el equipo, en un proceso de escucha activa de sus compañeros.	
Bibliografía de la unidad		(4) Cushman-Roisin y Beckers, 2011. (5) Marshall y Plumb, 2008.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clase expositiva.
- Resolución de problemas
- Laboratorios.
- Lectura crítica.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación de proceso:

- Controles.
- Tareas.
- Reportes e informes.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria

- (1) Turcotte & Schubert (2012). *Geodynamics*. 2nd Edition.
- (2) Richards M.A, *Geodynamics Notes*, University of Berkeley.
- (3) Fowler, C. M. R. (2004). *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*.
- (4) Cushman-Roisin y Beckers (2011). *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics* (2a Ed.). Elsevier.

Bibliografía complementaria

- (5) Marshall y Plumb (2008). *Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics*. Academic Press.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Eduardo Contreras R. y Ricardo Muñoz M.
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO SISTEMAS DE OBSERVACIÓN

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Sistemas de observación	Código	GF4024	Créditos	3	
Nombre del curso en inglés	<i>Observing Systems</i>					
Horas semanales	Docencia	1,5	Auxiliares	--	Trabajo personal	3,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3004: Sistema climático, GF4001: Sismología					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes manejen equipos geofísicos de medición, comprendiendo su funcionamiento, identificando las variables geofísicas medidas cuantificando los errores en la medición, de manera de caracterizar fenómenos naturales, con el fin de explicar procesos físicos en la atmósfera y tierra sólida, así como explorar y cuantificar recursos naturales asociados a los procesos geofísicos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE3: Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales tales como; hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CE2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3	RA1: Maneja equipos geofísicos de medición, considerando la variable geofísica que se trabaja con cada uno y el modo de operación, a fin de cuantificar el error o incertidumbre asociado a la medición con cada uno de estos equipos.
CE4	RA2: Obtiene datos, operando instrumental geofísico, a fin de medir, de forma cuantitativa variables físicas con las cuales explicar fenómenos naturales y determinar tipos de recursos naturales en un lugar.
CE4	RA3: Analiza un problema geofísico, desde una perspectiva experimental o mediante una indagación bibliográfica, a fin de explicar un fenómeno natural a partir de los datos geofísicos obtenidos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Expone, de forma oral o escrita, los resultados del análisis de un problema geofísico para explicar un fenómeno natural, considerando en el reporte claridad y concisión de las ideas.
CG1, CG2	RA5: Lee textos y artículos científicos en inglés y español, a fin de desarrollar una comprensión profunda de los fenómenos naturales y el uso e interpretación de datos geofísicos.
CG3, CG4	RA6: Trabaja con honestidad en sus actividades académicas, procediendo con responsabilidad frente a sus pares y profesores, cuando se enfrenta a una tarea común.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Fundamentos de medición e instrumentación	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Instrumentos (pasivos y activos, desempeño y calibración) y plataformas de medición. 1.2 Registro y adquisición de datos. 1.3 Aseguramiento de calidad. 1.4 Errores y su estimación.		El/la estudiante: 1. Distingue entre instrumentos de observación pasivos y activos, considerando su función, tipo de dato que entrega, calibración requerida y plataformas de medición. 2. Registra el tipo de dato obtenido, analizándolo según el tipo de equipo con el que se trabajó. 3. Estima errores de medición de los instrumentos de observación, considerando los datos registrados.	
Bibliografía de la unidad		(2) C.1. (3) C.2. (4)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA6	Mediciones experimentales	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Termometría. 2.2 Higrometría. 2.3 Barometría. 2.4 Anemometría. 2.5 Medición de hidrometeoros. 2.6 Medición de trazas atmosféricas (gases y aerosoles). 2.7 Radiometría. 2.8 Flujos superficiales. 2.9 GPS. 2.10 Mediciones geofísicas activas. 2.11 Mediciones geofísicas pasivas.		El/la estudiante: 1. Obtiene variables físicas de forma cuantitativa mediante el uso de equipos geofísicos. 2. Utiliza equipos geofísicos, siguiendo protocolos estándar en el trabajo de laboratorio. 3. Resuelve problemas geofísicos considerando las variables físicas obtenidas. 4. Realiza mediciones geofísicas activas y pasivas, considerando el tipo de instrumental correspondiente. 5. Explica un fenómeno natural a partir de los datos geofísicos obtenidos. 6. Comparte al equipo información, conocimientos y experiencias de forma clara y precisa para aportar al logro de los objetivos comunes.	
Bibliografía de la unidad		(3) C.3, 4.5 y 6.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4, RA5, RA6	Utilización de instrumental geofísico	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Métodos geofísicos activos (sísmica, sondaje eléctrico, etc.). 3.2 Métodos geofísicos pasivos (magnetometría, gravimetría, etc.).		El/la estudiante: 1. Identifica un problema geofísico a resolver, abordándolos desde un punto de vista experimental o por medio de la revisión de documentación a nivel bibliográfico. 2. Compara las formas de abordar un problema geofísico, explicando la metodología de trabajo utilizada. 3. Comunica oralmente los resultados del análisis sobre un problema a resolver, considerando, procesamiento de los datos, modelamiento, datos obtenidos y conclusiones correspondientes. 4. Elabora presentaciones claras y pertinentes a un contexto formal, utilizando recursos no verbales (apoyo visual, imágenes, tablas, modelos digitales, entre otros) 5. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad.	
Bibliografía de la unidad		(3)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La estrategia metodológica considera clases expositivas y trabajo de laboratorio con operación de instrumentos, fundamentales para el logro de los resultados de aprendizaje. Los y las estudiantes tendrán un rol protagónico en su proceso de aprendizaje; deberán trabajar activamente en las actividades y tareas donde su participación y autoaprendizaje son fundamentales.

Otras estrategias a utilizar son:

- Análisis de lecturas.
- Visitas guiadas a estaciones de monitoreo y redes de observación.
- Exposiciones.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Controles de lectura.
- Tareas y laboratorios.
- Exposiciones/informe.
- Examen.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y cálculo de ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

(1) Brock, Fred V., and Richardson, Scott J., (2001). *Meteorological measuring systems*. Oxford University Press, Inc. United States of America. ISBN 0-19-513451-6.

(2) DeFelice, Thomas P. (1998). *An introduction to meteorological instrumentation and measurement*. Prentice-Hall, Inc., United States of America. ISBN. 0-13-243270-6.

(3) Emeis, Stefan, (2010). *Measurement Methods in Atmospheric Sciences*. Borntraeger Science Publishers, Germany. ISBN 978-3-443-01066-9.

(4) Taylor. (1997). *An Introduction to Error Analysis*. 2nd Edition, University Science Books. ISBN-13:978-0-935702-42-2.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Roberto Rondanelli, Daniel Díaz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO ANÁLISIS DE SEÑALES

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Análisis de Señales	Código	GF4029	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Signal Analysis</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3001: Geofísica general, FI3104: Métodos numéricos para ciencias e ingeniería					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito introducir a los y las estudiantes en el procesamiento de datos geofísicos. Se espera que el y la estudiante use herramientas matemáticas que le permitan manipular este tipo de datos.

Este curso a través de diferentes estrategias logrará que el y la estudiante apliquen conceptos básicos y avanzados para el manejo de datos geofísicos y extraer información relevante. Los y las estudiantes trabajarán con datos reales obtenidos de diferentes fuentes.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE5	RA1: Resuelve problemas geofísicos que se le presentan, considerando el uso de herramientas matemáticas y técnicas para procesar datos.
	RA2: Selecciona y utiliza la técnica de procesamiento de datos, según el tipo de señal a procesar, justificando técnicamente dicha selección, para resolver problemas específicos relacionados con el análisis de señales.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Produce textos concisos sobre el procesamiento de señales geofísicas, con los cuales justifica sus resultados, considerando en sus escritos precisión y claridad de las ideas.
CG1, CG2	RA4: Lee de manera comprensiva, en inglés y español, textos diversos a fin de determinar aspectos teóricos y prácticos sobre el procesamiento de señales geofísicas.
CG3	RA5: Ejecuta sus actividades académicas, basándose en sus capacidades al momento de enfrentar y resolver las tareas solicitadas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Transformada y Series de Fourier	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Transformada de Fourier (TF) continua. 1.2 Propiedades de la TF continua. 1.3 Convolución y Correlación. 1.4 Series de Fourier.		El/la estudiante: Utiliza la transformada de Fourier en la resolución de problemas relacionados con el análisis de señales. Extrae datos de señales, aplicando la definición de producto de convolución y correlación. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en copia.	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Señales discretas en el tiempo	8 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Muestreo de Señales. 2.2. Transformada de Fourier Discreta. 2.3. Transformada Z. 2.4. Aplicaciones: Filtros, Respuesta Instrumental, etc.		El/la estudiante: 1. Selecciona y utiliza las técnicas de análisis de señales en la resolución de problemas geofísicos. 2. Evalúa la pertinencia de las técnicas de análisis de señales seleccionadas por sus ventajas y restricciones. 3. Procesa señales geofísicas, extrayendo información de carácter cuantitativo. 4. Elige la técnica de procesamiento de datos, justificando su selección por el tipo de señal a procesar. 5. Determina ideas centrales de textos sobre señales discretas. 6. Produce textos con los que justifica resultados del análisis y procesamiento de señales. 7. Elabora sus trabajos, basándose en sus capacidades.	
Bibliografía de la unidad		(1), (3) y (4)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4	Análisis tiempo-frecuencia	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Principio de incertidumbre. 3.2 Ideas y conceptos fundamentales del análisis en tiempo-frecuencia.		El/la estudiante: 1. Compara y evalúa técnicas de análisis tiempo y frecuencia que se utilizan en la resolución de problemas geofísicos. 2. Resuelve problemas de análisis de señales en el tiempo – frecuencia. 3. Argumenta por escrito, sobre la pertinencia de los resultados obtenidos en la resolución de problemas de análisis señales en el tiempo-frecuencia, basando sus argumentos en evidencia. 4. Relaciona la información leída en diversos textos, complementando conocimientos de su formación en análisis de señales.	
Bibliografía de la unidad		(2)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La estrategia metodológica considera clases expositivas donde el o la docente expone brevemente los conceptos fundamentales a tratar en la clase.

Los y las estudiantes tendrán un rol protagónico en su proceso de aprendizaje; deberán trabajar activamente en las actividades y tareas donde su participación y autoaprendizaje son fundamentales, a partir de la resolución de problemas.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio de las actividades académicas, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

Para esta propuesta, se consideran las siguientes instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas; en algunas de los cuales justifica por escrito resultados.
- Examen.

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

- (1) BRIGHAM, O. (1988). The fast Fourier Transform and its applications. Prentice-Hall Inc.
- (2) COHEN, L. (1994). Time Frequency Analysis: Theory and Applications., Prentice-Hall Inc.
- (3) MITRA. (2011). Digital Signal Processing. A computer-Based Approach.
- (4) OPPENHEIM, A. and SHAFER, R. (1999). Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall Inc.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Javier Ruiz Paredes
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Contaminación Atmosférica	Código	GF3005	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Air Pollution</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4006: Métodos de exploración geofísica					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes conceptualicen los procesos que determinan la evolución física y química, así como la dispersión de trazas atmosféricas: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca.

También habrán adquirido experiencia en la utilización e interpretación de modelos numéricos para explicar procesos, con énfasis en problemas de contaminación urbana y en torno a megafuentes. Con todo, los y las estudiantes podrán relacionar procesos naturales y antrópicos con la emisión de contaminantes primarios y la producción de contaminantes secundarios.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE31	RA1: Resuelve ecuaciones simples de balance de masa, para estimar el tiempo de recambio de contaminantes y las respectivas escalas espaciales y temporales de problemas de contaminación.
CE1, CE5	RA2: Aplica el principio de conservación de masa, deduciendo los procesos que afectan la dispersión y transformación de contaminantes.
CE1	RA3: Utiliza e interpreta modelos numéricos de procesos que determinan la evolución física y química, así como la dispersión de contaminantes atmosféricos, para evaluar efectos de las emisiones antropogénicas y naturales con énfasis en zonas urbana y en torno a megafuentes.
CE2	RA4: Relaciona procesos naturales y antrópicos con la emisión de contaminantes primarios, considerando la estimación de emisiones y la posterior generación de inventarios.
CE4	RA5: Investiga sobre problemas de contaminación atmosférica que afectan a zonas urbanas y megafuentes, considerando revisión de literatura científica especializada, a fin de explicar los efectos de la contaminación en estas zonas.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6: Explica en forma oral y escrita, de manera clara y coherente, los resultados de una investigación sobre los efectos de la contaminación en zonas urbanas y megafuentes.
CG1, CG2	RA7: Relaciona e integra información proveniente de la lectura de múltiples fuentes (textos y artículos en inglés y español) para desarrollar una comprensión profunda sobre causas y efectos de la contaminación atmosférica.
CG4	RA8: Ejecuta con su equipo actividades académicas, compartiendo, de forma clara y precisa, información, para aportar al logro de los objetivos comunes.
CG5	RA9: Analiza problemas asociados a las emisiones antropogénicas y naturales, a fin de determinar el impacto de los contaminantes sobre la salud humana, la visibilidad, el clima.

C. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Escalas de tiempo y espacio de problemas de contaminación atmosférica	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Estructura y composición atmosférica. 1.2 Escalas de tiempo y espacio características de problemas de contaminación. 1.3 Tiempos de recambio y residencia. 1.4 Balance de masa para un reservorio.		El/la estudiante: 1. Clasifica problemas de contaminación considerando escalas de tiempo y espacio (locales, regionales, globales). 2. Define conceptos de tiempo de recambio y residencia. 3. Resuelve ecuaciones simples de balance de masa en problemas que se le presentan.	
Bibliografía de la unidad		Rodhe, H., 2000 M. Jacobson, Charlson, Rodhe&Orians, 2000	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Ecuación de continuidad	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Deducción de la ecuación de continuidad de masa para trazas atmosféricas. 2.2. Advección, turbulencia, difusión molecular.		El/la estudiante: 1. Identifica los términos de la ecuación de continuidad. 2. Resuelve ejemplos simples de ecuación para trazas atmosféricas. 3. Utiliza los términos de ecuación de continuidad, para caracterizar fenómenos físicos de la contaminación.	
Bibliografía de la unidad		Brasseur&Jacob, 2017	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3	Circulaciones, estabilidad y transporte	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Elementos de circulación general de la atmósfera. 3.2 Circulaciones radiativas (valle – montaña, brisa marina). 3.3 Elementos de micrometeorología. 3.4 Superposiciones de escala. 3.5 Algunas circulaciones particulares (e.g. vaguadas costeras). 3.6 Representación de la advección y la turbulencia (Fick). 3.7 Presentación del sistema de Navier – Stokes.		El/la estudiante: Describe cualitativamente la circulación y condiciones de estabilidad que afectan la dispersión de contaminantes en diversas zonas de interés (por ejemplo, la cuenca de Santiago). Relaciona condiciones atmosféricas con patrones de transporte y mezcla. Estima para una situación meteorológica dada, el alcance espacial de impactos asociados a contaminantes.	
Bibliografía de la unidad		Wallace & Hobbs, 2006)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA4, RA9	Transformaciones físico-químicas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Cinética de las reacciones químicas y fotoquímicas en la atmósfera. 4.2 Contaminación fotoquímica (condiciones, módulos fotoquímicos, etc.). 4.3 Contaminación por aerosoles. 4.4 Impactos (salud, visibilidad, clima).		El/la estudiante: 1. Identifica los posibles efectos de varios contaminantes, como compuestos de azufre y nitrógeno (oxidados y reducidos), ozono, material particulado, entre otros, considerando sus impactos sobre la salud humana, la visibilidad, el clima, etc. 2. Reproduce un resultado y elabora un modelo fotoquímico simplificado, identificando los procesos responsables de la aparición de contaminación fotoquímica y de la formación de aerosoles. 3. Predice los efectos futuros de su accionar, de manera concreta a través de metodologías relacionadas con problemas de contaminación atmosférica.	
Bibliografía de la unidad		Seinfeld & Pandis, 2016 M. Z. Jacobson, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA4	Procesos de emisión y remoción (fuentes y sumideros físicos)	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Procesos deposición seca y húmeda. 5.2 Representación en modelos de dispersión. 5.3 Medición y estimación. 5.4 Clasificación de tipos de fuentes. 5.5 Inventarios de emisiones. 5.6 Modelación de emisiones.		El/la estudiante: 1. Analiza y describe métodos de medición de procesos de remoción. 2. Utiliza métodos de medición de procesos de remoción, a partir de ejemplos que se le dan. 3. Calcula tasas de remoción y estima tiempos de recambio respecto de los procesos de deposición. 4. Distingue y analiza los procesos que, en general, controlan la emisión de diversos tipos de contaminantes. 5. Analiza inventarios respecto factores de emisión, niveles de actividad, para caracterizar procesos y contaminantes.	
Bibliografía de la unidad		Brasseur & Jacob, 2017	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA3, RA5, RA6, RA7, RA8	Modelos de dispersión y su aplicación	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1 Características de los modelos de escala: urbana, regional, global. 6.2 Parametrización de procesos. 6.3 Criterios de elección de modelos ante problemas particulares. 6.4 Metodologías de validación de modelos de dispersión atmosférica. 6.5 Elementos de LINUX y lenguajes computacionales (FORTRAN, C, etc.). 6.6 Formatos y estructura de datos. 6.7 Visualización. 6.8 Criterio de Courant-Levy-Friedrich.		El/la estudiante: 1. Identifica y utiliza modelos de escala: urbana, regional, global. 2. Describe y analiza parametrizaciones de procesos de dispersión en modelos. 3. Selecciona modelos según el tipo de problema a analizar. 4. Define metodologías de validación de modelos de dispersión atmosférica. 5. Elabora en modo asistido modelos de dispersión contemporáneos. 6. Relaciona, jerarquiza e integra en sus escritos información proveniente de múltiples fuentes, debidamente citadas. 7. Expone en forma oral y escrita, utilizando recursos verbales y no verbales para guiar a la audiencia en la interpretación y en los aspectos clave sobre modelos de dispersión y su aplicación. 8. Comparte al equipo información, conocimientos y experiencias de forma clara y precisa para aportar al logro de los objetivos comunes. 9. Calcula estimaciones para los diversos impactos de su actividad, a través de metodologías apropiadas y pertinentes a su quehacer disciplinar.	
Bibliografía de la unidad		Brasseur & Jacob, 2017	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo es activo-participativa y considera clases expositivas, resolución de problemas y exposición orales.

Hay un especial énfasis en el análisis crítico sobre las materias a partir de la lectura de diversos textos.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, se informará sobre las

evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

Para esta propuesta se consideran las siguientes instancias de evaluación:

- Exposiciones.
- Informe escrito de trabajo de investigación en modalidad similar a artículo de investigación.
- Controles y tareas.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

(1) Brasseur, G. P., & Jacob, D. J. (2017). Modeling of Atmospheric Chemistry: Cambridge University Press.

(2) Jacobson, M. Z. (2002). Atmospheric pollution: history, science, and regulation: Cambridge University Press.

Bibliografía Complementaria:

(3) Jacobson, M., Charlson, R. J., Rodhe, H., & Orians, G. H. (2000). Earth System Science: from biogeochemical cycles to global changes (Vol. 72): Academic Press.

(4) Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change: John Wiley & Sons.

(5) Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). Atmospheric science: an introductory survey (Vol. 92): Elsevier.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Nicolás Huneeus, Laura Gallardo
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO PELIGROS NATURALES

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Peligros Naturales	Código	GF3024	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Natural hazards</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	--	Trabajo personal	7
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4024: Sistemas de observación, GF4006: Métodos de exploración geofísica					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes determinen los elementos, relaciones y propiedades que operan en el Sistema Tierra, para comprender los procesos involucrados en las diferentes escalas espaciales y temporales, así como los aspectos que inciden en la percepción, exposición y vulnerabilidad de la sociedad, que permitan elaborar propuestas sustentables orientadas a la reducción de riesgos de desastres. Este curso es una instancia para que el y la estudiante puedan desarrollar una mirada integral acerca de la gestión del riesgo de desastres en Chile, determinando los grandes desafíos a los que nos enfrentamos como país. La vigencia de este tema y su gran impacto social requieren de una participación activa de los diferentes niveles de la comunidad, y para ello se necesitan ciudadanos y ciudadanas formados en estos temas, conscientes de su responsabilidad y capaces de formular una visión crítica de la situación del país y de los cambios que están siendo debatidos.

El curso contempla un trabajo que incluye aplicaciones prácticas sobre la gestión de riesgos con el fin de consolidar las capacidades de los estudiantes en cuanto al diálogo, análisis y trabajo en equipo. Finalmente, al consolidar sus conocimientos sobre el estado de la cuestión en materia de gestión de riesgos de desastres, el y la estudiante elaboran un análisis crítico propio en torno a una problemática país, donde la participación de todos es fundamental.

La metodología del curso es participativa. Se promueve con ello una mayor responsabilidad y autorregulación de los y las estudiantes acerca de las materias trabajadas. El y la estudiante enfrentan un desafío al construir un análisis crítico en torno a un problema país respecto de la falta de planificación y gestión de riesgos previo a la ocurrencia del evento, para luego proponer una solución en la prevención de desastres, considerando datos y métodos de ordenamiento territorial. El o la docente, por su parte, actúa como mediador de todo este proceso, promoviendo la discusión y reflexión sobre lo tratado en clases y lo trabajado en las discusiones, debates. Asimismo, aclara dudas, orienta el quehacer del y la estudiante.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

- CE2:** Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.
- CE5:** Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.
- CG1: Comunicación académica y profesional**
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de

proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CE2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo:

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE5	RA1: Relaciona paradigmas actuales en la gestión de riesgos con las políticas de reducción de riesgos de desastres socio naturales para Chile, considerando sus causas, la condición de país andino y cambio climático, a fin de determinar desafíos de mejora para reducir desastres.
CE2	RA2: Evalúa un riesgo natural, utilizando datos de observaciones geofísicas, para determinar la base física de un riesgo.
CE2, CE5	RA3: Analiza críticamente las políticas públicas del riesgo de desastres socio naturales en Chile, considerando aspectos de planificación territorial, políticas públicas, contexto legal del sistema de gestión.
CE2	RA4: Propone una solución para la gestión de riesgo, considerando la integración de aspectos físicos y sociales del territorio, datos y métodos de ordenamiento territorial, a fin de prevenir desastres socio naturales.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta, de manera clara y coherente, informes de laboratorio y un informe de una investigación acotada, utilizando criterios de claridad idiomática, precisión técnica y científica.
CG1, CG2	RA6: Lee de manera comprensiva, en español e inglés, textos y artículos sobre aspectos teóricos de los desastres socio naturales, relacionando la información con aspectos de su formación profesional.
CG4	RA7: Trabaja con su equipo, de manera colaborativa, organizada y con responsabilidad, en las diversas actividades académicas propuestas.
CG3, CG5	RA8: Utiliza criterios éticos relacionados con los alcances y responsabilidades, tanto personales como colectivas a un análisis crítico sobre las políticas públicas de gestión de riesgo de desastres socio-naturales.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5, RA6, RA7	Fundamentos de la gestión de desastres socio-naturales	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Geoamenazas en Chile: el contexto andino. 1.2 Instrumentos de ordenación territorial. 1.3 Riesgos socio-naturales en Chile. 1.4 Gestión y mejora de procesos para la reducción del riesgo de desastres socio-naturales en Chile.		El/la estudiante: 1. Utiliza instrumentos de ordenación territorial para determinar riesgos socio-naturales en Chile, utilizando datos de ejemplos reales. 2. Analiza el rol de la gestión pública, para reducir el riesgo de desastres socio-naturales del país, considerando mejoras a los procesos. 3. Planifica organizadamente su trabajo y tiempo para cumplir con las tareas asignadas dentro del equipo. 4. Presenta y argumenta, de forma clara, los resultados de un proyecto de libre elección sobre la gestión de desastres socio - naturales.	
Bibliografía de la unidad		(1) (2)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA4, RA6	Gestión del riesgo de desastres socio - naturales en Chile	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Procesos geofísicos: internos y externos asociados a los peligros naturales. 2.2 Fundamentos conceptuales para comprender los procesos naturales como amenazas. 2.3 Definiciones y los paradigmas centrales del área de la gestión de los riesgos socio naturales. 2.4 Cambio climático y los nuevos peligros y vulnerabilidades asociadas. 2.5 Estructura interna de la Tierra, tectónica global de placas y geoamenazas (volcanes, tsunamis, remociones de masa, terremotos, subsidencias del suelo, etc). 2.6 Principales dimensiones que inciden en la existencia de riesgos socio naturales en Chile. 2.7 Situación actual de la gestión del riesgo ante desastres socio naturales en Chile.		El/la estudiante: 1. Describe los principales procesos geofísicos internos e internos, en particular los del contexto andino asociados a peligros naturales. 2. Analiza los paradigmas centrales del área de la gestión de los riesgos socio-naturales. 3. Determina las principales dimensiones que inciden en la existencia de riesgos socio-naturales en Chile. 4. Identifica los instrumentos de ordenación territorial que se utilizan para trabajar los riesgos socio-naturales en Chile. 5. Examina, de manera crítica la situación actual de la gestión del riesgo ante desastres socio naturales en Chile, situándolo en un contexto global de cambio climático. 6. Lee de manera comprensiva en inglés y español sobre gestión del riesgo de desastres socio - naturales en Chile. 7. Identifica hechos o situaciones que conllevan dilemas éticos en relación a acciones reñidas con el cuidado del medio y del entorno sociocultural.	
Bibliografía de la unidad		(2) (3)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Evaluación de los peligros naturales para la caracterización de riesgos socio-naturales	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Los eventos que previamente producían desastres ahora producen catástrofes. Los ciclos geológicos: Ciclo Tectónico; Ciclo de las Rocas; Ciclo Hidrológico; Ciclo Bioquímico; 3.2 Nuevos avances científicos y tecnológicos para la identificación y definición de geoamenazas. 3.3 Caracterización cuantitativa y evaluación de eventos naturales relacionados a geoamenazas. 3.4 Clima y Cambio Climático: Historia reciente y potencial consecuencia del calentamiento global. 3.5 La alerta temprana de tsunamis y terremotos. 3.6 La planificación territorial al servicio de la reducción de la vulnerabilidad. 3.7 La caracterización de amenazas naturales o de origen antrópico en Chile; la gestión integral del agua.		El/la estudiante: 1. Explica cómo puede utilizar los métodos científicos y tecnológicos para evaluar y cuantificar los procesos asociados a geoamenazas. 2. Explica la gestión de riesgos de desastres en Chile, asumiendo una postura respecto de la situación del país y de los cambios que están siendo debatidos en materias de desastres. 3. Argumenta acerca de la importancia de proponer medidas que favorezcan una gestión y mejora de procesos para la reducción del riesgo de desastres socio naturales en Chile. 4. Elabora una solución acerca de un problema de riesgo de desastre, considerando nuevos antecedentes científicos y tecnológicos para identificar geoamenazas, aspectos de planificación territorial, contexto legal del sistema de gestión, exponiendo a sus pares los resultados de su propuesta. 5. Relaciona e integra información proveniente de la lectura de múltiples fuentes (textos y artículos científicos en inglés y español) para desarrollar una comprensión profunda de la problemática abordada. 6. Respeta las ideas y opiniones de otros para definir acuerdos sobre la actividad a cumplir por el equipo. 7. Determina los alcances, impactos y responsabilidades, derivados de la toma de decisiones sobre alguna situación o hecho en diversos contextos de la formación científica. 8. Utiliza de manera pertinente los recursos verbales y no verbales para guiar a la audiencia en la interpretación y en los aspectos clave de su propuesta.	
Bibliografía de la unidad		(3) (4)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología del curso es participativa. Se promueve con ello una mayor responsabilidad y autorregulación de los y las estudiantes acerca de su proceso de aprendizaje. El o la docente actúa como mediador de todo este proceso, promoviendo la discusión y reflexión sobre lo tratado en clases y lo trabajado en las discusiones, debates. Asimismo, aclara dudas, orienta el quehacer del y la estudiante.

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza – aprendizaje:

- Clase expositiva.
- Estudios de caso.

- Resolución de problemas.
- Presentaciones orales.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas
- Examen.
- Informes.
- Exposiciones.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

(1) Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: <https://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework>.

(2) IPCC-AR5 Impacts, Adaptation and Vulnerability: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.

(3) Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.

(4) Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.

(5) ONEMI, Ministerio del Interior y Seguridad Pública de Chile (2014). Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastre.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Jaime Campos, Maisa Rojas
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO MÉTODOS INVERSOS APLICADO A LA GEOFÍSICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Métodos inversos aplicado a la geofísica	Código	GF5013	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Inverse Methods Applied to Geophysics</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	MA3701: Optimización/IN3701: Modelamiento y optimización, GF4001: Sismología				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen métodos de optimización y Bayesianos a fin de resolver problemas inversos discretos. Asimismo, utilizan observaciones experimentales para estimar parámetros de modelos matemáticos que representan fenómenos físicos. Para ello, el y la estudiante manejan conceptos básicos y alcances de la teoría de problemas inversos discretos lineales y no-lineales, así como metodologías de resolución optimales y Bayesianas.

En el curso se verán ejemplos de aplicación de las metodologías aprendidas, que incluyen desde modelos matemáticos simples hasta problemas físicos más complejos con énfasis en temáticas de las ciencias de la tierra.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Maneja conceptos fundamentales de la teoría de problemas inversos discretos lineales y no-lineales, considerando sus alcances y aplicabilidad a problemas de estimación en ciencias de la tierra e ingeniería.
CE1	RA2: Utiliza métodos de optimización y Bayesianos en problemas inversos discretos, utilizando datos o mediciones experimentales, para estimar parámetros de modelos matemáticos que representan fenómenos físicos.
CE5	RA3: Resuelve problemas inversos discretos, usando métodos de optimización y Bayesianos con el fin de separar señales de interés presentes en mediciones geofísicas de procesos físicos que se expresan de manera simultánea y agregada.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Reporta la aplicación de un método inverso a un problema de las ciencias básicas o de la ingeniería en un contexto de incertidumbre, considerando claridad y concisión para explicar en forma oral o escrita los alcances de la teoría utilizada.
CG1, CG2	RA5: Lee de manera comprensiva diversa literatura en español y inglés a fin de determinar información relevante sobre teoría y métodos de optimización y Bayesianos.
CG3, CG4	RA6: Trabaja con su equipo, de manera responsable, cooperativa y propositiva, en las actividades académicas, considerando las capacidades y aptitudes de sus pares al momento de cumplir con las tareas propuestas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	Métodos inversos	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Formulación y clasificación de problemas de estimación de parámetros y métodos Inversos. 1.2 El problema inverso lineal. 1.3 Ejemplos de problemas inversos. 1.4 Discretización de problemas inversos. 1.5 Dificultades en la resolución de problemas inversos.		El/la estudiante: 1. Categoriza diferentes tipos de problemas inversos. 2. Formula y resuelve problemas inversos lineales discretizados. 3. Identifica problemas inversos más comunes en geociencias. 4. Relaciona la información leída, con aspectos de su contexto académico.	
Bibliografía de la unidad		(1): Cap. 1 (2): Cap. 1, 2, 12, 13 (3): Cap. 1, 6, 7	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	Problemas inversos lineales	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Estimación por mínimos cuadrados. 2.2 Aspectos estadísticos de mínimos cuadrados. 2.3 Problemas lineales con rango deficiente y mal condicionados. 2.4 Métodos de regularización de problemas inversos lineales. 2.5 Errores y resolución de los parámetros estimados y de la predicción de los modelos. 2.6 Consideraciones numéricas en la resolución de problemas inversos lineales. 2.7 Estimación robusta de parámetros: mínimos valores absolutos. 2.8 Ejemplos de problemas inversos lineales en ciencias de la tierra e ingeniería.		El/la estudiante: 1. Plantea problemas inversos lineales discretos, identificando las limitaciones de estos. 2. Resuelve problemas lineales de inversión por los métodos de mínimos cuadrados y de mínimos valores absolutos, interpretando sus resultados. 3. Identifica y resuelve problemas inversos lineales más comunes en geofísica. 4. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. 5. Relaciona e integra información proveniente de múltiples fuentes para desarrollar una comprensión profunda de la problemática abordada de métodos inversos aplicados a la geofísica. 6. Redacta, de manera clara y fundamentada, informes breves sobre el análisis de un problema geofísico de métodos inversos, a partir de diferentes ejemplos.	
Bibliografía de la unidad		(1): Cap. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (2): Cap. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13 (4): Cap. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (3): Cap. 3, 4, 6	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4, RA6	Introducción a problemas inversos no lineales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Estimación de parámetros de modelos no lineales. 3.2 El problema de mínimos cuadrados no lineales. 3.3 Regularización del problema de mínimos cuadrados no lineales. 3.4 Métodos numéricos para la resolución de problemas inversos no lineales. 3.5 Ejemplos de problemas de inversión no lineal en ciencias de la tierra e ingeniería.		El/la estudiante: 1. Formula y resuelve problemas inversos no lineales, utilizando métodos numéricos. 2. Categoriza y aplica diferentes técnicas de optimización para la resolución de problemas inversos no lineales. 3. Identifica y resuelve diferentes problemas inversos no lineales en geofísica. 4. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. 5. Plantea de manera clara, precisa y constructiva, su posición acerca de un tema o del cumplimiento de una tarea. 6. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos, en sus actividades académicas. 7. Redacta, de manera precisa y fundamentada, informes breves sobre problemas geofísicos de métodos inversos, exponiendo con claridad sus resultados.	
Bibliografía de la unidad		(1): Cap. 9, 10 (2): Cap. 9, 11, 12, 13 (4): Cap. 5, 6, 7 (3): Cap. 2.5, 3, 5, 6	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4	Métodos Bayesianos para resolver problemas inversos	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 El enfoque de Popper-Bayes. 4.2 Parámetros de Jeffreys. 4.3 Funciones de densidad de probabilidad y de probabilidad volumétrica. 4.4 Probabilidades condicionales, marginales, y relaciones entre parámetros. 4.5 Algoritmos de muestreo de funciones de densidad de probabilidad. 4.6 Modelos, observaciones y el problema de simulación directa. 4.7 Formulación Bayesiana del problema inverso (Enfoque Popper-Bayes). 4.8 Métodos de Monte Carlo. 4.9 Conexión entre la formulación Bayesiana y de optimización del problema inverso. 4.10 Ejemplos aplicados al ámbito de las ciencias de la tierra e ingeniería.		El/la estudiante: 1. Plantea y resuelve problemas inversos, utilizando el enfoque Bayesiano. 2. Modela diferentes parámetros que definen un fenómeno físico, considerando nociones básicas de probabilidad y de medida. 3. Aplica métodos de Monte Carlo para la resolución de problemas inversos. 4. Estima las soluciones del problema inverso no regularizado. 5. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. 6. Considera las capacidades y aptitudes de los miembros del equipo, al asignar roles y distribuir tareas, logrando la cooperación de los integrantes para el cumplimiento del objetivo. 7. Elabora, de manera clara y fundamentada, informes breves sobre el análisis de un problema de métodos inversos, en el ámbito de las ciencias de la tierra e ingeniería.	
Bibliografía de la unidad		(1): Cap. 11 (3): Cap. 1, 2, 5, 6, 7	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

La estrategia metodológica considera clases expositivas y trabajo de laboratorio, esenciales para el logro de los resultados de aprendizaje declarados para el curso. Los y las estudiantes tendrán un rol protagónico en su proceso de aprendizaje; deberán trabajar activamente en actividades donde su participación y autoaprendizaje son relevantes.

Otras estrategias a considerar en el curso son:

- **Resolución de problemas:** a los y las estudiantes se les presentan problemas que deben resolver, utilizando los principales conceptos tratados en el curso.
- **Lectura y discusión de artículos científicos.**

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas (teóricas, numéricas y lectura de artículos científicos).
- Presentación oral de tareas realizadas o de artículos científicos.

- Ejercicios.
- Examen.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

(1) Richard C. Aster, Brian Borchers and Clifford H. Thurber (2013). *"Parameter Estimation and Inverse Problems. Second Edition"*. Academic Press – Elsevier.

(2) William Menke (2012). *"Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory – Third Edition"*. Academic Press – Elsevier.

(3) Albert Tarantola. (S/F). *"Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation"*.

Bibliografía complementaria:

(4) Hansen, P. C. (1998), *Rank-Deficient and Discrete Ill-Posed Problems: Numerical Aspects of Linear Inversion*, SIAM, Philadelphia.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Francisco Hernán Ortega Culaciati
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMAS DE CURSOS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL

ÁREA TIERRA SÓLIDA

PROGRAMA DE CURSO EXPLORACIÓN POR MÉTODOS SÍSMICOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Exploración por métodos sísmicos	Código	GF5009	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Exploration by seismic methods</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4029: Análisis de señales, GF4006: Métodos de exploración geofísica					

B. Propósito del curso:

Este curso está orientado a entregar los conocimientos relacionados con la aplicación de ondas elásticas (sísmicas) como método geofísico para la exploración del subsuelo. El método sísmico tiene aplicaciones tales como prospección minera o petrolera, estudio de suelos, y estudio de estructuras geológicas a escala regional.

El/la estudiante podrán interpretar datos y modelos obtenidos por el método sísmico, utilizando información proveniente de la propagación de ondas elásticas en el interior de una cierta unidad geológica que se desea estudiar. La interpretación de los registros sísmicos, permitirá al estudiante determinar las velocidades de propagación y las discontinuidades en el interior del cuerpo en estudio, y con ello la geometría de las diferentes unidades que lo componen.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar la disponibilidad de los recursos naturales.

CETS7: Evaluar la factibilidad de ejecución proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CETS8: Evaluar resultados de proyectos geofísicos ejecutados por terceros, considerando la ética, la viabilidad socioeconómica y el impacto ambiental, en función de sus objetivos.

CG1: Comunicación académica y profesional
Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo
Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4	RA1: Modela la propagación de ondas elásticas (sísmicas) en medios complejos para determinar sus velocidades y las discontinuidades contenidas en el subsuelo.
CE5, CETS7	RA2: Procesa e interpreta datos sísmicos de terreno como herramienta de exploración geofísica que permite la caracterización del subsuelo, usando algoritmos computacionales.
CE4, CE5, CETS8	RA3: Determina las limitaciones y ventajas del uso del método sísmico comparándolo con otros métodos de exploración geofísica (gravimetría, métodos eléctricos, entre otros).
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora un reporte de laboratorio y una presentación oral sobre el procesamiento e interpretación de datos sísmicos de una cierta zona, considerando registro de habla formal, claridad, precisión técnica en su propuesta y en el desarrollo de sus ideas.
CG4	RA5: Trabaja en equipo en actividades de procesamiento e interpretación de datos sísmicos, distribuyendo de manera equitativa las tareas ejecutadas para este proceso.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Propagación de ondas elásticas desde una fuente puntual: aspectos generales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Ecuación de ondas en medios elásticos. Especialización a medio elástico isótropo inhomogéneo general y medio acústico. 1.2 Soluciones elementales en un medio homogéneo. Ondas compresionales (P) y de corte (S). 1.3 Medio inhomogéneo, aproximación de alta frecuencia o teoría de rayos a partir de la ecuación de ondas. 1.4 Caso acústico: Ecuaciones eikonal y de transporte, definición formal de frentes de ondas y rayos, trazado de rayos en medios complejos tridimensionales, solución formal de la ecuación de transporte y definición de función de divergencia geométrica. 1.5 Caso elástico: Ecuaciones eikonal y de transporte para ondas P y S, soluciones elementales de teoría de rayos para ondas P y S, geometría del rayo curvatura y torsión, formulas de Frénet. 1.6 Principio de Fermat: Punto de vista alternativo para el trazado de rayos.		El/la estudiante: 1. Utiliza la ecuación de ondas en medios elásticos isótropo inhomogéneo general y medio acústico. 2. Maneja las ecuaciones para trazado de rayos, considerando su derivación a partir de la aproximación de alta frecuencia o teoría de rayos o a partir del principio de Fermat. 3. Calcula la divergencia geométrica en ciertos medios elementales.	
Bibliografía de la unidad		-AKI, K. & P. RICHARDS, Quantitative Seismology, Theory and Methods. W.H. Freeman and Co., Second Edition, 2002. -CERVENY, V., Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, 2001.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Trazado de rayos y cálculo de tiempos de travesía en la práctica	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1 Diferentes parametrizaciones y algunos casos de funciones de velocidad especiales.</p> <p>2.2 Medio unidimensional $V = V(z)$.</p> <p>2.3 Medio bidimensional $V = V(x,z)$.</p> <p>2.4 Métodos numéricos: integración numérica por método de 2.5 Runge-Kutta con condiciones iniciales conocidas.</p> <p>2.6 Trazado de rayos entre dos puntos (condiciones de borde conocidas), reseña de algunos métodos: prueba y error, bending, aplicación directa de principio de Fermat.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <p>1. Calcula curvas Camino - Tiempo en medios 1D y 2D, con trazado de rayos asociados, a partir de ejemplos que se le presentan</p> <p>2. Modela curvas Camino-Tiempo asociadas a datos de campo, usando trazados de rayos sísmicos en medios inhomogéneos.</p>	
Bibliografía de la unidad		<p>-CERVENY, V., Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, 2001.</p> <p>-Apuntes del curso.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2	Medio unidimensional en detalle	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1 Parámetro de rayo (p), lentitud horizontal y vertical, ley de Snell.</p> <p>3.2 Expresiones generales para el cálculo paramétrico (según parámetro de rayo p) de distancia recorrida y tiempo de travesía, curvas camino tiempo (X-T). Cálculo de factor de divergencia geométrica.</p> <p>3.3 Modelo de N capas planas homogéneas</p> <p>3.4 Curvas camino tiempo para reflexiones desde diferentes interfaces para modelos de capas planas homogéneas, aproximación hiperbólica para distancias pequeñas o incidencia cercana a la normal. Inversión, utilizando reflexiones: Fórmula de Dix.</p> <p>3.5 Curvas Camino - Tiempo para refracciones desde diferentes interfaces, inversión para modelos de capas planas homogéneas, utilizando refracciones.</p> <p>3.6 Fórmulas básicas para el cálculo de curvas camino tiempo en capa con gradiente de velocidad constante.</p> <p>3.7 Modelo combinado de capas planas homogéneas y de gradiente vertical de velocidad constante.</p> <p>3.8 Curvas Camino - Tiempo para modelo combinado, y su utilización en la determinación de modelos de velocidad versus profundidad por ajuste interactivo de curvas camino-tiempo a datos reales.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <p>1. Calcula curvas Camino - Tiempo y factor de divergencia geométrica, utilizando modelos de capas homogéneas o con gradiente de velocidad constante, a fin de prospeccionar unidades geológicas unidimensionales simples.</p> <p>2. Modela datos sísmicos para modelos de N capas homogéneas incluyendo ondas reflejadas y refractadas para la prospección de unidades geológicas unidimensionales simples.</p>	
Bibliografía de la unidad		<p>-SHEARER, P. M., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, Second Edition, 2009.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Elementos de tomografía sísmica	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1 Planteamiento general del problema, discretización del medio en estudio.</p> <p>4.2 Inversión tomográfica, uso de normas (L_n) como medida de la bondad de la inversión, aproximación de rayos rectos.</p> <p>4.3 Técnicas de reconstrucción algebraica: Back Projection (BP), Algebraic Reconstruction Technique (ART), Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT). Ejemplo de tomografía bidimensional entre pozos verticales.</p> <p>4.4 Nociones de tomografía bidimensional e inversión de conjunta de fases refractadas y reflejadas</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describe los conceptos generales de la tomografía bidimensional. Plantea la discretización del campo de velocidad a invertir, para modelar tiempos de llegada de ondas sísmicas a un número apreciable de receptores. Identifica parámetros para optimizar la inversión. Maneja las técnicas de inversión de Back Projection (BP), Algebraic Reconstruction Technique (ART), Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT), a fin de invertir datos sísmicos y obtener modelos de velocidad. Explica los conceptos generales de cálculo de incertezas de la inversión en función de la calidad de los datos reales. 	
Bibliografía de la unidad		<p>-Korenaga, J., Holbrook, W. S., Kent, G. M., Kelemen, P. B., Detrick, R. S., Larsen, H. C., ... & Dahl-Jensen, T. (2000). Crustal structure of the southeast Greenland margin from joint refraction and reflection seismic tomography. <i>Journal of Geophysical Research: Solid Earth</i>, 105(B9), 21591-2161.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA4, RA5	Sísmica de reflexión	5,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1 Solución elemental de la ecuación de ondas en la aproximación acústica, ondas planas.</p> <p>5.2 Coeficientes de reflexión y transmisión para una interfaz.</p> <p>5.3 Consideración de varias interfaces, coeficientes de reflexión generalizados, reflectividad de un modelo de n capas.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Procesa datos de reflexión de alta resolución, con el objeto de producir imágenes detalladas del subsuelo. Analiza la forma de onda de sismogramas para inferir fuertes contrastes de impedancia acústica, aplicables a problemas de prospección de recursos naturales. Genera reportes sobre procesamiento de datos de una zona, considerando el uso de un lenguaje y nomenclatura técnica. Realiza una exposición oral sobre los resultados del procesamiento de dato, utilizando un registro de habla formal académico y profesional, considerando las diferentes audiencias a las que se dirige. Trabaja con su equipo, según el rol asignado, en las tareas y actividades comprometidas considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. 	
Bibliografía de la unidad		<p>-YILMAZ, O., Seismic Data Processing, Society of Exploration Geophysicists, Second Edition, 2001.</p> <p>-SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, http://samizdat.mines.edu/</p>	

E. Estrategias de enseñanza-aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza:

- Clases expositivas.
- Laboratorios computacionales.
- Análisis de caso: logrado a través del trabajo en equipo con exposición oral y escrita.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
Controles (2 o 3).	Evalúa RA1, RA3
Tareas en base a la teoría entregada en clases y programación de algoritmos computacionales (2 o 3).	Evalúa RA2
Informe de procesamiento de datos (laboratorio), con su correspondiente exposición oral.	Evalúa RA4, RA5
Examen.	Evalúa RA1, RA3

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

- (1) AKI, K. & P. RICHARDS, Quantitative Seismology, Theory and Methods. W.H. Freeman and Co., Second Edition, 2002.
- (2) CERVENY, V., Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, 2001.
- (3) CLAERBOUT, J., Basic Earth's Imaging, <http://sepwww.stanford.edu/sep/prof/index.html>.
- (4) SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, <http://samizdat.mines.edu//>.
- (5) SHEARER, P. M., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, Second Edition, 2009.
- (6) YILMAZ, O., Seismic Data Processing, Society of Exploration Geophysicists, Second Edition, 2001.
- (7) Korenaga, J., Holbrook, W. S., Kent, G. M., Kelemen, P. B., Detrick, R. S., Larsen, H. C., ... & Dahl-Jensen, T. (2000). Crustal structure of the southeast Greenland margin from joint refraction and reflection seismic tomography. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105(B9), 21591-2161

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Emilio Vera y Eduardo Contreras
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO EXPLORACIÓN POR MÉTODOS DE POTENCIAL

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Exploración por métodos de potencial	Código	GF5015	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Exploration by Potential Methods</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	GF4006: Métodos de exploración geofísica				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes modelen datos gravimétricos y magnéticos mediante algoritmos físico-matemáticos para determinar estructuras y/o variables físicas del subsuelo. Para esto, analizan e interpretan datos para caracterizar estructuras del subsuelo relacionadas con la geología y tectónica del lugar y/o prospección de recursos naturales, considerando conceptos fundamentales de los campos gravitatorios y magnéticos de la tierra.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

- CE1:** Modelar cuantitativamente procesos geofísicos; tales como: terremotos, maremotos, volcanismo, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.
- CE4:** Caracterizar las variables geofísicas asociadas a la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.
- CE5:** Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar la disponibilidad de los recursos naturales.

CETS7: Evaluar la factibilidad de ejecución proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4, CE5, CET7	RA1: Interpreta datos para caracterizar estructuras del subsuelo relacionadas con la geología y tectónica del lugar y/o prospección de recursos naturales, considerando conceptos fundamentales de los campos gravitatorios y magnéticos de la tierra.
CE4	RA2: Utiliza diversos filtros y programas de computación especializados, así como métodos de potencial que favorecen la visualización e interpretación de datos para la exploración de una cierta zona de estudio.
CE1, CE4	RA3: Modela datos gravimétricos y magnéticos mediante algoritmos físico-matemáticos para determinar estructuras y/o variables físicas del subsuelo.
CE4, CE5, CET7	RA4: Caracteriza estructuras del subsuelo relacionadas con la geología y tectónica de un lugar y/o prospección de recursos naturales, considerando datos (gravimétricos y magnéticos), el uso de métodos de potencial e información que deriva de una investigación bibliográfica.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Elabora un informe de mediana extensión donde reporta, de forma clara y precisa, la caracterización de una zona de estudio, considerando interpretación de datos (gravimétricos y magnéticos) y una revisión bibliográfica rigurosa del tema investigado para respaldar dicha caracterización.
CG1, CG2	RA6: Utiliza la información de textos científicos y profesionales en español e inglés para respaldar teóricamente la investigación de una cierta área de interés y/o analizar diversos temas asociados al procesamiento de datos.
CG3	RA7: Trabaja con datos disponibles sin alterarlos, considerando que dicha modificación puede conducir a falsas conclusiones sobre el estudio de la zona prospectada a fin de comprender que falsear información puede traer consecuencias en diversos aspectos profesionales.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3	Fundamentos de gravimetría y Magnetometría y su aplicación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Campo gravitatorio: -Potencial gravitatorio. -Ley de Gauss. -Forma y Gravedad Normal de la tierra. -Reducción de datos gravimétricos. 1.2 Campo magnético: -Campo magnético terrestre (IGRF). -Ley de Biot-Savart. -Potencial magnético escalar. -Potencial magnético vectorial. -Anomalía de campo total. -Densidad de momento magnético. -Relación de Poisson. -Magnetización inducida. -Magnetización remanente (caso paleomagnetismo). 1.3 Estrategias de modelación directa utilizando respuestas analíticas de cuerpos 2-D y 3-D. 1.4 Modelos gravimétricos y Magnéticos 2-D.		El/la estudiante: 1. Utiliza conceptos fundamentales de los campos potenciales gravimétrico y magnético, así como métodos de exploración para su aplicación a ejemplos que se le presentan 2. Aplica estrategias de modelación directa, utilizando respuestas analíticas de cuerpos 2-D y 3-D. 3. Programa algoritmos de modelación directa, utilizando MATLAB u otro lenguaje de programación.	
Bibliografía de la unidad		(1), (2), (3)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA5	Teoría de Potencial	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Teoremas fundamentales: -Identities de Green. -Media aritmética de Gauss. -Capa equivalente de Green. -Expansión de potenciales terrestres en polinomios de Legendre: Caso IGRF. -Gravedad satelital y expansión de potenciales para los campos gravimétrico y magnético (EGM96, IGRF). 2.2 Filtros: -Transformada de Fourier discreta 2D. -Derivadas horizontales y verticales. -Continuación analítica de función armónica. -Señal analítica. -Reducción al polo. -Pseudo gravedad. -Coseno direccional algoritmo de modelamiento de Parker. -Análisis espectro/profundidad.		El/la estudiante: 1. Usa el concepto de función analítica para el tratamiento de campos potenciales. 2. Programa algoritmos para la aplicación de filtros y modelamiento de Parker, utilizando MATLAB u otro lenguaje de programación. 3. Lee, en inglés o español, bibliografía sobre métodos para modelar y procesar datos, considerando aspectos teóricos y aplicados sobre la teoría de potencial.	
Bibliografía de la unidad		(1), (2), (4)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA4, RA6	Inversión de datos gravimétricos y magnéticos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Fundamentos de inversión de datos, en el contexto gravimétrico y magnético. 3.2 Inversión de datos gravimétricos para la definición de cuencas 2-D y 3-D.		El/la estudiante: 1. Utiliza los fundamentos de inversión, en el contexto del análisis de datos gravimétricos y magnéticos. 2. Desarrolla un programa para proceder a la inversión de datos, utilizando MATLAB u otro lenguaje de programación. 3. Invierte datos gravimétricos para la definición de cuencas 2-D y 3-D.	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	Laboratorio de interpretación	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Preproceso y nivelación de datos en Oasis Montaj. 4.2 Análisis e interpretación de datos en Oasis Montaj. 4.3 Modelamiento 2-D en ModelVision. 4.4 Contexto geológico y tectónico de zona de estudio.		El/la estudiante: 1. Interpreta datos gravimétricos y magnéticos, en un contexto geológico y tectónico, utilizando Oasis Montaj. 2. Modela datos gravimétricos y magnéticos, utilizando Model-Vision. 3. Realiza una investigación bibliográfica, considerando el contexto geológico y tectónico de una zona de estudio. 4. Caracteriza estructuras del subsuelo relacionadas con la geología y tectónica de un lugar. 5. Trabaja con datos disponibles sin alterarlos, considerando que su modificación puede conducir a falsas conclusiones sobre el estudio de la zona prospectada. 6. Redacta un informe de mediana extensión sobre el análisis e interpretación de datos (gravimétricos y magnéticos) para una zona de estudio, considerando una revisión bibliográfica rigurosa del tema investigado.	
Bibliografía de la unidad		(1), (4)	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas: Desarrollo de algoritmos para modelar e interpretar datos.
- Lectura crítica de textos relevantes.
- Laboratorio de procesamiento de datos.
- Investigación sobre la base de análisis de datos para caracterizar zonas de estudio.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
Tareas: Resolución de problemas donde trabaja en el desarrollo de algoritmos para modelar e interpretar datos.	RA2 y RA3
Controles	RA1, RA2, RA3
Investigación con su respectivo informe.	RA4, RA5, RA6, RA7
Examen.	RA1, RA2, RA3

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Blakely, R. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications (u-cursos)
- (2) Heiskanen, W., Helmut Moritz. Physical Geodesy.
- (3) Won, I. J. and M. Bevis, Computing the gravitational and magnetic anomalies due to a polygon: Algorithms and Fortran subroutines, Geophysics, Vol. 52, N° 2, P. 232-238, 1987.

Bibliografía complementaria

- (4) Diversos artículos sobre gravimetría y magnetometría (u-cursos)

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Emilio Vera, Andrei Maksymowicz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO EXPLORACIÓN POR MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Exploración por Métodos Electromagnéticos	Código	GF5016	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Exploration by electromagnetic methods</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	--	Trabajo personal	7
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4006: Métodos de exploración geofísica					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen la teoría de diversos métodos de exploración electromagnética, y la apliquen en un caso de estudio práctico. Para esto modelan la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos para determinar la estructura de resistividad eléctrica del subsuelo, a partir de datos medidos en terreno, interpretando los modelos obtenidos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos; tales como: terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CETS6: Diseñar proyectos para resolver problemas geofísicos, requeridos por la prospección de recursos minerales, hídricos y energéticos, o por organismos del servicio público, considerando la viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental, con énfasis en la innovación y utilización de herramientas tecnológicas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Modela la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos para determinar la estructura de resistividad eléctrica del subsuelo, considerando la teoría de diversos métodos electromagnéticos.
CE5, CETS6	RA2: Procesa e interpreta datos electromagnéticos, usando metodologías como la magnetotelúrica y el transiente electromagnético para caracterizar el subsuelo y su resistividad eléctrica.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Produce un informe sobre los resultados de la modelación e interpretación de datos electromagnéticos en un caso de caracterización de la resistividad eléctrica del subsuelo, considerando para la construcción de su escrito una estructura textual global, precisa y clara, que incluye introducción, desarrollo y cierre. RA4: Comunica en forma oral, con claridad y coherencia, los resultados y conclusiones del informe, basando su propuesta en un proceso de análisis, modelación e interpretación de datos con el cual fundamentar decisiones profesionales en el ámbito de la exploración geofísica.
CG3	RA5: Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta o proyecto geofísico, considerando sus efectos sobre el medio natural, cultural y social.
CG4	RA6: Trabaja con sus pares, distribuyendo en forma equitativa la carga asociada a cada una de las tareas, ajustándose a plazos y al cumplimiento de objetivos comunes.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Aspectos generales sobre la exploración por métodos electromagnéticos	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Aplicaciones de Métodos electromagnéticos en problemas geofísicos.		El/la estudiante: 1. Analiza casos reales, donde el conocimiento y uso de parámetros sirve para describir una zona en estudio y solucionar un problema planteado.	
Bibliografía de la unidad		(1).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Resistividad eléctrica y otras propiedades materiales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Resistividad eléctrica. 2.2 Propiedades materiales del subsuelo.		El/la estudiante: 1. Identifica las variables que se pueden obtener por las diferentes metodologías electromagnéticas. 2. Analiza el uso y aplicaciones de la estimación de estas variables en problemas geofísicos.	
Bibliografía de la unidad		(1, 3, 6).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6	Magnetotelúrica	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Teoría electromagnética clásica del método basada en las ecuaciones de Maxwell. 3.2 Aplicaciones de la Metodología en casos reales.		El/la estudiante: 1. Analiza los principales aspectos de la teoría del método magnetotelúrico. 2. Determina qué datos pueden obtenerse en la aplicación del método magnetotelúrico, considerando ventajas y limitaciones. 3. Modela la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos para determinar la estructura de resistividad eléctrica del subsuelo. 4. Expone, de forma coherente y clara, sobre casos reales de aplicación de la metodología magnetotelúrica. Usa la magnetotelúrica en ejemplos reales para caracterizar la resistividad electromagnética del subsuelo.	
Bibliografía de la unidad		(1,2,3).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6	Transiente Electromagnético	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Teoría electromagnética clásica del método basada en las ecuaciones de Maxwell. 4.2 Aplicaciones de la Metodología en casos reales.		El/la estudiante: 1. Analiza los principales fundamentos de la teoría del método Transiente Electromagnético. 2. Interpreta datos que pueden obtenerse de la aplicación del método Transiente Electromagnético, considerando ventajas y limitaciones. 3. Modela la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos para determinar la estructura de resistividad eléctrica del subsuelo- 4. Procesa e interpreta datos electromagnéticos, usando metodologías el transiente electromagnético para caracterizar el subsuelo y su resistividad eléctrica. 5. Expone en forma oral sobre casos reales de aplicación de la metodología transiente eletromagnético. 6. Usa el Transiente Electromagnético en ejemplos reales para caracterizar la resistividad electromagnética del subsuelo.	
Bibliografía de la unidad		(3,4,5).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA4, RA5	Reconocimiento de otras metodologías electromagnéticas	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Teoría asociada a metodología electromagnéticas: 5.1.1. Geo-radar. 5.1.2. Polarización inducida. 5.1.3. Potencial espontáneo.		El/la estudiante: Analiza casos de aplicación reales en diversas metodologías (geo-radar, polarización inducida, potencial espontáneo). Analiza ventajas y desventajas de las diferentes metodologías y los efectos que puede producir en el contexto de aplicación de estos métodos. Expone de manera sintética sobre casos reales de aplicación de las metodologías electromagnéticas.	
Bibliografía de la unidad		(3, 6).	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza:

- Clase expositiva.
- Lecturas.
- Exposiciones.
- Análisis de casos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
Controles y tareas	Evalúa RA1, RA2
Presentaciones orales	Evalúa RA4, RA5
Informes.	Evalúa RA2, RA3, RA6

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Practical Magnetotellurics, Simpson, F., Bahr, K. 2005. Cambridge University Press.
- (2) The Magnetotelluric Method, Theory and Practice, Chave, A., Jones, A. 2012. Cambridge University Press.
- (3) University Press.

(4) Geophysical Electromagnetic Theory and Methods. 2009. Zhdanov, M. Elsevier.

(5) Electromagnetic Methods in Applied Geophysics, volume 1. 1988. Ed: Nabighian, M. Society of

(6) Exploration Geophysicists.

(7) Electromagnetic Methods in Applied Geophysics, volume 2. 1991. Ed: Nabighian, M. Society of

(8) Exploration Geophysicists

(9) Principles in Electric Methods in Surface and Borehole Geophysics. 2010. Kaufman, A.,

(10) Anderson, B. Elsevier.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Daniel Díaz
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO GEOFÍSICA DE CAMPO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Geofísica de campo	Código	GF5021	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Field Geophysics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF5009: Exploración por métodos sísmicos, GF5015: Exploración por métodos de potencial, GF5016: Exploración por métodos electromagnéticos					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes realicen un levantamiento geofísico para una zona de estudio, diseñando un plan de trabajo que responda a objetivos y necesidades que van surgiendo y que considere el uso de técnicas geofísicas de exploración a ser usadas y plazos de ejecución.

Asimismo, procesan datos recogidos en la zona de estudio, elaborando modelos geofísicos que representan dicha zona y que permiten una interpretación acorde a la resolución del problema geológico-geofísico planteado.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

- CE3:** Planificar y ejecutar el trabajo de campo para obtener datos geofísicos asociados a la prospección de recursos naturales tales como; hídricos, mineros, hidrocarburos y geotérmicos.
- CE4:** Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.
- CE5:** Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CETS6: Diseñar proyectos para resolver problemas geofísicos, requeridos por la prospección de recursos minerales, hídricos y energéticos, o por organismos del servicio público, considerando la viabilidad socioeconómica y su impacto ambiental, con énfasis en la innovación y utilización de herramientas tecnológicas.

CETS7: Evaluar la factibilidad de ejecución proyectos geofísicos, considerando elementos técnicos, éticos, socioeconómicos y criterios de sustentabilidad.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3, CETS6, CETS7	RA1: Realiza un levantamiento geofísico para una zona de estudio, considerando el diseño de un plan de trabajo que incluye objetivos, necesidades y plazos de ejecución para la actividad de campo, así como el uso de técnicas geofísicas de exploración.
CE4, CE5	RA2: Procesa los datos recogidos en la zona de estudio, elaborando modelos geofísicos que representan dicha zona y que permitan una interpretación acorde a la resolución del problema geológico-geofísico planteado.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Expone, mediante un informe escrito y una presentación oral, los resultados del análisis de datos obtenidos en la zona de prospección y su interpretación, destacando los principales hallazgos y evidenciando una comprensión global de las fases involucradas en un proyecto geofísico.
CG3, CG4	RA4: Trabaja en cada una de las etapas del proyecto geofísico (recolección de datos, procesamiento y análisis, comunicación de resultados), interactuando de manera responsable y respetuosa con sus pares y el medioambiente.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA4	Planteamiento del problema y planificación de terreno	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Planteamiento del problema y diseño de la metodología de terreno. 1.2 Revisión bibliográfica: antecedentes para el diseño de la campaña de terreno. 1.3 Preparación de la campaña de terreno: equipamiento, logística en terreno.		El/la estudiante: 1. Selecciona, con su equipo, materiales y métodos para la realización de levantamientos geofísicos y las pautas para presentar los resultados de ellos. 2. Analiza el contexto geológico y geofísico en el que se desarrollará el trabajo de campo. 3. Confecciona, con sus pares, un plan de trabajo para resolver un problema geofísico que propone o que se le presenta.	
Bibliografía de la unidad		(1).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA4	Ejecución de campaña de terreno	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Ejecución del trabajo de terreno: reconocimiento general del área de estudio, ejecución de mediciones geofísicas de diverso tipo, previamente planificadas. 2.2 Procesamiento preliminar de los datos medidos y revisión de la calidad de estos. 2.3 Replanteamiento de las mediciones de ser necesario.		El/la estudiante: 1. Monitorea sus acciones y las de sus pares ciñéndose al plan de trabajo diseñado previamente y realiza las mediciones necesarias para resolver el problema planteado. 2. Realiza las mediciones en terreno y adecua el plan de trabajo de acuerdo con las necesidades que se le van planteando, cuidando del medioambiente en el que trabajando. 3. Procesa de forma organizada los datos recopilados en terreno.	
Bibliografía de la unidad		(1).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4	Procesamiento e interpretación de datos, presentación de resultados	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Procesamiento y análisis de los datos geofísicos recogidos en terreno. 3.2 Modelación e interpretación geofísica de los datos. 3.3 Síntesis y presentación de los resultados del trabajo de terreno y de procesamiento de la información recopilada.		El/la estudiante: 1. Procesa los datos medidos en terreno, con diferentes técnicas geofísicas. 2. Genera modelos geofísicos que se ajusten a los datos medidos y los interpreta considerando el contexto geológico. 3. Expone los principales resultados de su trabajo en un informe y una presentación, evidenciando dominio del tema. 4. Trabaja con su equipo en las etapas de (recolección de datos, procesamiento y análisis, comunicación de resultados), interactuando de manera responsable y respetuosa con sus pares.	
Bibliografía de la unidad		(1).	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

La estrategia que orienta este curso es la salida a terreno, en donde los y las estudiantes realizan levantamientos geofísicos en terreno durante 5 a 10 días, con trabajo en grupos, principalmente por seguridad y disponibilidad logística.

-El trabajo en equipo es fundamental como estrategia de enseñanza aprendizaje, pues la coordinación y la colaboración es fundamental para cumplir con los objetivos del trabajo de campo.

-El/la estudiante aplican en forma práctica los conceptos aprendidos durante la carrera, para resolver los problemas que habitualmente enfrenta un profesional de la geofísica en ambientes geológicos diversos.

F. Estrategias de evaluación:

Las instancias de evaluación que se contemplan son:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
Informe.	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4
Presentaciones de los avances (exposiciones)	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4
Evaluación de desempeño en terreno, mediante pauta (coevaluación y autoevaluación).	Evalúa RA4

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Milsom, J., & Eriksen, A. (2013). *Field Geophysics*.
- (2) Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. (1990), *Applied geophysics*.
- (3) Documentación geológica y geofísica específica de la zona de estudio.
- (4) Scales, J.A., *Theory of Seismic Imaging*, Samizdat Press, <http://samizdat.mines.edu/>.
- (5) Yilmaz, O., *Seismic Data Processing*, Society of Exploration Geophysicists, Second Edition, 2001.
- (6) Korenaga, J., Holbrook, W. S., Kent, G. M., Kelemen, P. B., Detrick, R. S., Larsen, H. C., & Dahl-Jensen, T. (2000). Crustal structure of the southeast Greenland margin from joint refraction and reflection seismic tomography. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105(B9), 21591–2161
- (7) Blakely, R., *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*.
- (8) Simpson, F., Bahr, K. (2005). *Practical Magnetotellurics*. Cambridge University

(9) – (1988). Electromagnetic Methods in Applied Geophysics, volume 1. Ed: Nabighian, M. Society of Exploration Geophysicists.

(10) – (1991). Electromagnetic Methods in Applied Geophysics, volume 2. Ed: Nabighian, M. Society of Exploration Geophysicists.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Daniel Díaz, Emilio Vera, Andrei Maksymowicz
Validado por:	Validación CTD Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

ÁREA ATMÓSFERA

PROGRAMA DE CURSO RADIACIÓN Y PERCEPCIÓN REMOTA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Radiación y percepción remota	Código	GF5019	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Radiative Transfer and remote sensing</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	GF3024: Peligros Naturales				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes conceptualicen y determinen el papel que juega la transferencia radiativa en el sistema climático y su interacción con otros componentes, así como los fundamentos de la percepción remota basada en transferencia radiativa con aplicaciones en geociencias.

Los y las estudiantes que completen el curso también habrán adquirido experiencia en la utilización e interpretación de modelos numéricos para resolver las ecuaciones relevantes en la transferencia radiativa en la atmósfera. Con todo, los y las estudiantes podrán relacionar procesos naturales y antrópicos con el balance de energía en la atmósfera y los principios que regulan la percepción remota.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

- CE1:** Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.
- CE2:** Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3, CE4	RA1: Aplica la teoría de transferencia radiativa a problemas (cambio climático) y aplicación (e.g. percepción remota, balances de energía, energía solar) actuales, usando y adaptando modelos numéricos que simulen dicha teoría.
CE6, CE8	RA2: Representa matemática y numéricamente el proceso de transferencia radiativa en la atmósfera, a través de las diferentes interacciones de la radiación con la atmósfera.
CEA7, CEA8	RA3: Analiza el proceso de transferencia radiativa, determinando su importancia para el balance de energía de la Tierra y sus implicaciones para el tiempo y el clima.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Comunica oralmente, con precisión y formalidad en el discurso, los aprendizajes logrados en radiación y percepción remota, respaldando su presentación con herramientas audiovisuales (gráficos, figuras, etc.), para informar, de forma clara a una audiencia experta y no experta sus resultados.
CG1, CG2	RA5: Produce un texto sintético y claro con información proveniente de la lectura de múltiples fuentes (textos y artículos, en inglés y español) sobre la importancia de la transferencia radiativa, la percepción remota y sus aplicaciones.
CG4	RA7: Ejecuta con su equipo actividades académicas, compartiendo, de forma clara y precisa, información, para aportar al logro de los objetivos comunes.
CG5	RA8: Analiza problemas asociados a la actividad antropogénica y natural, a fin de determinar el impacto de dicha actividad en el balance de energía.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA8	Conceptos y ecuaciones generales de transferencia radiativa	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Energía radiativa, intensidad y flujo. 1.2 Coeficientes de absorción, emisividad, dispersión y atenuación. 1.3 Ley de Kirchoff. 1.4 Ley de Rayleigh-Jens. 1.5 Ley de Planck y aquellas que se pueden derivar de esta.		El/la estudiante: 1. Describe y explica principios teóricos de los procesos radiativos. 2. Aplica las leyes físicas que gobiernan la interacción de la radiación con la atmósfera, considerando problemas de transferencia radiativa. 3. Analiza problemas relacionados con la actividad antropogénica y natural, determinando su impacto en el balance de energía.	
Bibliografía de la unidad		Goody & Yung (1995).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3	Radiación terrestre y solar	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Radiación Terrestre y Solar. 2.2. Propiedades de absorción, emisión y dispersión del sistema tierra-atmósfera.		El/la estudiante: 1. Usa observaciones y resultados de modelos numéricos para establecer diferencias entre radiación solar y terrestre. 2. Describe el rol de la radiación solar en el sistema terrestre. 3. Analiza el rol de la transferencia radiativa en el sistema climático, considerando las implicancias que se derivan en el sistema tierra – atmósfera. 4. Estima órdenes de magnitud de procesos involucrados en el balance radiativos.	
Bibliografía de la unidad		Goody & Yung (1995)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3	Extinción y absorción en la atmósfera	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1 Absorción en la atmósfera por gases. 3.2 Extinción por moléculas y aerosoles.		El/la estudiante: 1. Analiza la absorción de los principales gases de la atmósfera: Nitrógeno y Oxígeno. 2. Describe la absorción del Vapor de Agua, ozono, dióxido de carbono, metano y óxido nítrico. 3. Analiza la interacción de la radiación solar con partículas pequeñas y grandes, considerando la teoría correspondiente. 4. Utiliza la teoría de Mie para describir la interacción de los aerosoles con la radiación solar.	
Bibliografía de la unidad		Goody & Yung (1995).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA5, RA7	Ecuaciones de transferencia radiativa en la atmósfera	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Modelo de bandas. 4.2 Cálculos radiativos en una atmósfera despejada. 4.3 Transferencia radiativa en una atmósfera con dispersión. 4.4 Atmósferas en balance radiativo.		El/la estudiante: 1. Analiza las distintas interacciones que ocurren entre la radiación solar y terrestre con la atmósfera. 2. Interpreta cualitativamente fenómenos/procesos (dispersión, absorción, extinción, etc) relevantes de transferencia radiativa en la atmósfera. 3. Elabora diagramas conceptuales de flujos como, por ejemplo, realizar cálculos de transferencia radiativa. 4. Redacta con claridad y precisión, un texto sintético y coherente sobre distintos componentes del balance radiativo, usando información de múltiples fuentes.	
Bibliografía de la unidad		Goody & Yung (1995).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2	Conceptos y principios generales de percepción remota	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Principios generales de percepción remota (pasiva y activa). 5.2 Aspectos generales de métodos de Inversión.		El/la estudiante: 1. Describe el rol de la transferencia radiativa en la percepción remota. 2. Utiliza distintos métodos de percepción remota, en ejemplos que se le presentan. 3. Determina ventajas y limitaciones de la percepción remota para observar un fenómeno/objeto, en base a la teoría de la transferencia radiativa.	
Bibliografía de la unidad		Stephens, G. (1994).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA2, RA4, RA6	Métodos pasivos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1 Detección remota pasiva basada en extinción y dispersión. 6.2 Métodos pasivos de detección basados en emisión. 6.3 Aplicaciones y ejemplos de métodos pasivos.		El/la estudiante: 1. Aplica los métodos aplicados en los sensores remotos pasivos, a partir de problemas que se le presentan. 2. Compara distintos métodos para derivar productos satelitales, en base a ventajas y limitaciones de cada método y los aplica al momento de interpretarlos. 3. Trabaja con sus pares en diversas tareas, compartiendo información clara y precisa para el cumplimiento de la actividad académica propuesta. 4. Expone en forma oral sobre los resultados obtenidos en el trabajo con sus pares en torno a métodos pasivos de percepción remota.	
Bibliografía de la unidad		Stephens, G. (1994)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA1, RA2, RA4	Percepción Remota: métodos activos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
7.1 Detección remota activa basada en extinción y dispersión. 7.2 Aplicaciones y ejemplos de métodos activos.		El/la estudiante: 1. Aplica la teoría de transferencia radiativa a la medición remota activa, considerando diversas aplicaciones y ejemplos. 2. Caracteriza métodos activos de percepción remota. 3. Compara distintos métodos de percepción remota activa, reconociendo sus diferencias, ventajas y limitaciones. 4. Expone en forma oral sobre los resultados obtenidos en el trabajo con sus pares en torno a métodos activos de percepción remota, apoyando su presentación y conclusiones con herramientas audiovisuales (gráficos, figuras, entre otros) coherentes con lo que se informa.	
Bibliografía de la unidad		Stephens, G. (1994)	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo es activo-participativa y considera clases expositivas, resolución de problemas, investigación y exposición orales.

Hay un especial énfasis en el análisis crítico sobre las materias a partir de la lectura de diversos textos.

F. Estrategias de evaluación:

Para esta propuesta se consideran las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Exposiciones.	Evalúa RA1, RA2, RA5, RA6
Informe escrito de trabajo de investigación	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5
Controles y tareas.	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA7

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Goody, R.M., & Yung, Y.L. (1995). Atmospheric Radiation, Theoretical Basis: Oxford University Press.
- (2) Stephens, G., 1994: Remote Sensing of the Lower Atmosphere: An Introduction. Oxford University Press,

Bibliografía complementaria:

- (3) Liou, K. N., 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation (second edition), Academic Press - International Geophysical Series, 583 pp.
- (4) Rodgers, C., 2000: Inverse Methods for Atmospheric Sounding – Theory and Practice. World Scientific, Series on Atmospheric, Oceanic and Planetary Physics, Vol. 2. 240 pp.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Nicolás Huneus,
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO DINÁMICA DE LA ATMÓSFERA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Dinámica de la atmósfera	Código	GF5022	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Atmospheric Dynamics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF3024: Peligros Naturales					

B. Propósito del curso:

El curso Dinámica de la atmósfera tiene como propósito que los y las estudiantes evalúen la importancia de las fuerzas que producen movimiento en la atmósfera y su incidencia relativa en los principales balances a escala sinóptica y gran escala.

Desde un enfoque analítico y comprensivo, los y las estudiantes aplican los elementos fundamentales de la dinámica de la atmósfera (Leyes de conservación y análisis de escala, efectos de la superficie, circulación y vorticidad) a los fenómenos específicos de la dinámica atmosférica (perturbaciones extratropicales de escala sinóptica y su origen baroclínico, ondas atmosféricas entre otras).

Se espera que los y las estudiantes desarrollen una investigación guiada para profundizar aspectos de su propio interés relacionados con la dinámica atmosférica.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos; tales como: terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4. Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando

con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CA8	RA1: Determina en la escala sinóptica, los principales balances dinámicos de la atmósfera, a fin de identificar qué fenómenos deben considerarse para caracterizar la dinámica de la atmósfera a dicha escala.
CE4	RA2: Interpreta modelos del comportamiento de las perturbaciones de la atmósfera, aplicando conceptos de velocidad de propagación, de grupo y la dependencia de estos parámetros respecto del flujo medio, a fin de determinar la importancia de las ondas en la dinámica atmosférica.
CE5, CEA7	RA3: Investiga fenómenos asociados a la dinámica de la atmósfera, utilizando para su análisis, datos observados y de modelos, a fin de validar o rechazar supuestos teóricos del comportamiento dinámico de la atmósfera.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora un reporte técnico sobre una investigación de fenómenos asociados a la dinámica atmosférica, mediante un análisis crítico coherente entre el modelo fisicomatemático seleccionado, los objetivos, las metodologías utilizadas y resultados obtenidos.
CG2	RA5: Lee, de manera crítica, literatura en inglés, estableciendo relaciones entre las ideas centrales de los textos, a fin de respaldar, con base en evidencia, las decisiones metodológicas para indagar en temas asociados a fenómenos de la dinámica atmosférica.
CG4	RA6: Discute con sus pares, de manera respetuosa y rigurosa, ideas y métodos de solución para resolver problemas físicos, considerando el análisis crítico y el trabajo colaborativo.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	Conceptos generales de dinámica de fluidos geofísicos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1. 1 Meteorología Dinámica: características generales de los fluidos geofísicos (atmósfera, océanos, grandes lagos, etc.).		El/la estudiante: 1. Identifica las principales características de los fluidos geofísicos, y las principales fuerzas asociadas a su movimiento. 2. Analiza el papel que desempeña la rotación en el movimiento de parcelas de fluido sujetas a conservación de momentum angular. 3 Extrae información leída de diversos textos en inglés y español, la que relaciona con aspectos de su formación académico/laboral.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004, An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 1 Pedlosky, J. 1997, Atm. and Ocean Dynamics. Martin, 2006 Cap. 1	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA5	Ecuaciones básicas de conservación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Leyes de Conservación: momentum, masa, energía en el contexto de la dinámica de la atmósfera.		El/la estudiante: 1. Desarrolla y resuelve las ecuaciones de movimiento relativas a la tierra en rotación. 2. Discrimina entre los términos de las ecuaciones de balance de momentum, de acuerdo a un análisis de escala válido para la escala sinóptica y planetaria. 3. Determina el origen de los balances atmosféricos: hidrostacidad, geostrofia y viento térmico, argumentando sobre sus limitaciones en relación con ciertas escalas temporales y espaciales. 4. Relaciona información proveniente de múltiples fuentes en inglés y español para extraer conceptos aplicables a problemáticas en estudio.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004, An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 2. Vallis, 2019, Cap. 1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA5	Aplicaciones de las leyes de conservación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Hidrostacidad, geostrofia. 3.2. Balance de viento térmico. 3.3. Flujos balanceados.		El/la estudiante: 1. Calcula en base a balances atmosféricos, velocidades de viento a partir de campos térmicos y viceversa. 2. Analiza desviaciones de estos balances para fenómenos atmosféricos específicos y es capaz de identificar los procesos físicos involucrados. 3. Modela los flujos balanceados en ciclones y anticiclones de acuerdo a las fuerzas que dominan en cada situación. 4. Utiliza lo aprendido a partir de la lectura de diversos textos en un nuevo contexto de aplicación del conocimiento especializado.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004 An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 3. Vallis, 2019, Cap 2, 3.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Vorticidad y Circulación	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Teoremas de vorticidad y circulación. 4.2. Vorticidad potencial.		El/la estudiante: 1. Aplica conceptos de circulación y vorticidad, en ejemplos que se le plantean. 2. Calcula circulación y vorticidad para flujos barotrópicos y baroclínicos simplificados. 3. Determina la validez de la conservación de la vorticidad potencial como elemento central en el comportamiento de los fluidos geofísicos. 4. Desarrolla la ecuación de vorticidad y su análisis de escala para flujos a escala sinóptica y planetaria. 5. Discute el significado físico de cada uno de los términos de la ecuación de vorticidad.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004, An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 4.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3, RA4, RA5	Cuasi-Geostrofia	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Balance cuasi-geostrofico. 5.2. Ecuación de la tendencia. 5.3. Modelo idealizado de una perturbación baroclínica.		El/la estudiante: Desarrolla y resuelve la ecuación de vorticidad cuasi-geostrofica, reconociendo el significado físico de cada uno de sus términos. Aplica la cuasi-geostrofia para desarrollar las ecuaciones de la tendencia y omega, identificando las condiciones bajo las cuales una onda de latitudes medias se desarrolla o decae. Analiza el papel que desempeñan las circulaciones secundarias (no-balanceadas) en producir la amplificación de una onda baroclínica manteniendo los balances de viento térmico e hidrostática. Utiliza lo aprendido en los textos en un nuevo contexto de aplicación del conocimiento especializado en cuasi – geostrofia. Produce textos principalmente de carácter explicativo-argumentativo (informe de investigación), considerando el uso de fuentes válidas con las cuales fundamentar sus decisiones profesionales.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004. An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 6 Vallis, 2019, Cap 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA2, RA5, RA6	Ondas en la atmósfera	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Ondas de sonido. 6.2. Ondas gravitacionales internas. 6.3. Ondas de aguas someras. Ondas de Rossby.		El/la estudiante: 1. Aplica la linealización a las ecuaciones de movimiento respecto de un flujo medio, de manera de encontrar soluciones ondulatorias. 2. Distingue las principales propiedades de las ondas atmosféricas, relación de dispersión, velocidad de fase y de grupo. 3. Caracteriza los mecanismos físicos involucrados en la propagación de ondas en la atmósfera. 4. Discute con sus pares, de manera respetuosa y rigurosa, argumentando técnicamente los resultados de su trabajo de investigación, lo que evidencia un procesamiento y apropiación de la información.	
Bibliografía de la unidad		Holton, A. 2004. An Introduction to Dynamics Met (4ª edición) Academic Press, New York. Cap. 7. Lindzen, 1990, Dynamics in Atmospheric Physics, Cambridge University Press. Cap. 8. Vallis, 2019, Cap 6 y 7	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de enseñanza y aprendizaje fomenta la participación del estudiante y para esta propuesta se basa en distintas metodologías que incluyen, principalmente:

- Clase expositiva.
- Resolución de ejercicios teóricos
- Tareas computacionales
- Trabajo de investigación

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Controles escritos y tareas.	Evalúa RA1, RA2
Proyecto de investigación final de semestre	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

(1) J. R. Holton, 2004, An introduction to dynamic meteorology, 4th edn. Elsevier Academic Press, Amsterdam.

Bibliografía complementaria:

(2) Cushman-Roisin, 2011, Geophysical Fluid Dynamics, 2nd edition, Elsevier Academic Press.

(3) Gill, 1982, Atmosphere-Ocean Dynamics, International Geophysics Series, Vol 30.

(4) Lindzen, 1990, Dynamics in Atmospheric Physics, Cambridge University Press.

(5) Pedlosky, J. 1997 Atm. and Ocean Dynamics

(6) Vallis, 2014, Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics

(7) Martin, 2006, Mid-Latitude Atmospheric Dynamics.

(8) Vallis, 2019, Essentials of Atmospheric and Oceanic Dynamics

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Roberto Rondanelli
Validado por:	Validador académico: Nicolás Huneus CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO TERMODINÁMICA ATMOSFÉRICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Termodinámica atmosférica	Código	GF5023	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Atmospheric Thermodynamics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF5013: Métodos Inversos Aplicados a la Geofísica					

B. Propósito del curso:

El curso Termodinámica atmosférica tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen los fundamentos de la física para interpretar los procesos termodinámicos de la atmósfera, incluyendo su termodinámica, estabilidad y microfísica de nubes.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos; tales como: terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CEA8: Evaluar y realizar seguimiento de resultados de proyectos que involucren aspectos atmosféricos o meteorológicos, logrando evaluar la aplicación de modelos y observaciones atmosféricas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Aplica fundamentos de la física (tales como la primera y segunda ley de la Termodinámica) para interpretar los procesos de la atmósfera, incluyendo su termodinámica, estabilidad y microfísica de nubes.
CE1, CE5, CEA8	RA2: Cuantifica variables atmosféricas y la relación entre ellas, incluyendo parámetros de humedad, de estabilidad, para determinar la importancia relativa de los distintos procesos de la atmósfera.
CE4	RA3: Usa datos reales para calcular variables y parámetros e indicadores de procesos físicos de la atmósfera.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Produce textos (reportes, resultados de investigación, exposiciones) sobre usos de modelos, interpretación de procesos, entre otros, explicando con claridad y precisión disciplinar estas materias.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Termodinámica de la atmósfera	7 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Estructura y composición de la atmósfera. 1.2 Humedad relativa, específica y razón de mezcla. Temperatura de punto de rocío, temperatura, virtual y equivalente. 1.3 Primer principio de la termodinámica. Procesos adiabáticos. Temperatura potencial. 1.4 Boyantez y estabilidad estática. Inversiones térmicas. 1.5 Inestabilidad potencial y convectiva. 1.5 Segundo principio de la termodinámica. Procesos cíclicos. Entropía. Energía libre. 1.6 Cambios de fase y ecuación de Clausius-Clapeyron. 1.7 Diagramas termodinámicos e índices de estabilidad.		El/la estudiante: 1. Describe capas atmosféricas: tropósfera, estratósfera, ozonósfera, ionósfera, magnetósfera, por sus rasgos distintivos y efectos. 2. Relaciona altura y presión atmosférica para distintas condiciones, en ejemplos que se le presentan. 3. Calcula parámetros de humedad del aire, a partir de las distintas formas de representación de esta. 4. Usa la ecuación psicrométrica para describir el proceso de bulbo húmedo. 5. Deriva la ecuación de Clausius-Clapeyron para describir los equilibrios de fase. 6. Usa diagramas Termodinámicos para cuantificar estabilidad, y parámetros de convección, a partir de datos de radiosondeos reales.	
Bibliografía de la unidad		WH: 1,3. MS: 1-5 BA: 1-6	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4	Microfísica de nubes	8 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 Aerosoles y núcleos de condensación, en fase líquida y sólida. 2.2 Saturación y efecto de la curvatura y iones en gotas. 2.3 Nucleación homogénea y heterogénea. 2.4 Microfísica de nubes cálidas. 2.5 Microfísica de nubes frías.		El/la estudiante: 1. Analiza la importancia de los aerosoles en los procesos microfísicos de nubes. 2. Usa curvas de Koehler para cuantificar la importancia de los efectos de aerosoles y de curvatura en la nucleación de gotas de nubes. 3. Utiliza el modelo simple de colisión y coalescencia para cuantificar la formación de precipitación en nubes cálidas. 4. Reporta en forma oral o escrita resultados obtenidos del uso de modelos, haciendo un análisis crítico de ellos.	
Bibliografía de la unidad		WH: 6. MS: 9. RY: 6-9.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de enseñanza y aprendizaje fomenta la participación del estudiante y para esta propuesta se basa en distintas metodologías que incluyen, principalmente:

- Clase expositiva.
- Resolución de ejercicios teóricos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación de proceso:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Controles escritos y tareas	Evalúan los RA1, RA2, RA3
Proyecto de final de semestre: investigación	Evalúa el RA2, RA3 y RA4

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Atmospheric science. An introductory Survey, 2a Ed., J. M. Wallace y P. V. Hobbs. Academic Press. (WH).
- (2) Fundamentals of atmospheric physics. M. L. Salby. Academic Press. (MS).
- (3) Atmospheric thermodynamics. C. F. Bohren y B. A. Albrecht. Oxford. (BA).
- (4) A short course in cloud physics. R. R. Rogers y M. K. Yau. Pergamon. (RY).

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Ricardo Muñoz, Nicolás Huneus
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

PROGRAMA DE CURSO QUÍMICA ATMOSFÉRICA Y CLIMA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)				
Nombre del curso	Química atmosférica y clima	Código	GF5030	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Atmospheric chemistry and climate</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	GF3005: Contaminación atmosférica				

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes conceptualicen los procesos a través de los cuales ciclos biogeoquímicos, trazas químicas reactivas y sus precursores, así como aerosoles primarios y secundarios participan en el forzamiento radiativo de la Tierra y a su vez son afectados por la variabilidad y cambio climático.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CEA7: Evaluar la factibilidad de proyectos donde se consideren los efectos de condiciones atmosféricas tales como circulación, dispersión y evolución de contaminantes, etc., considerando elementos del conocimiento científico y técnico, así como éticos y de sustentabilidad.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2, CEA7, CG5	RA1: Analiza el impacto radiativo como peligro para el bienestar humano y de los ecosistemas, considerando el alcance de los forzantes climáticos de vida corta (e.g., ozono y aerosoles) y de los de vida larga (e.g., dióxido de carbono).
CE5	RA2: Usa el concepto de ciclo biogeoquímico para caracterizar el grado de perturbación de los ciclos del azufre y el nitrógeno desde la época preindustrial y su impacto climático a lo largo del tiempo, considerando sectores de la actividad humana que requieren mitigación.
CEA7	<p>RA3: Aplica conceptos de reacciones químicas a la interacción entre radiación solar y moléculas para la caracterización de algunos procesos de fotólisis y la penetración de dicha radiación en la atmósfera, así como a la descripción de los ciclos catalíticos que llevan a la formación y destrucción de ozono en la estratósfera.</p> <p>RA4: Analiza cualitativa y cuantitativamente el balance de carga de ozono en la tropósfera, incluyendo producción y destrucción fotoquímica, transporte desde la estratósfera y remoción por deposición seca en la superficie, a fin de explicar la evolución del forzamiento radiativo del ozono troposférico desde la época preindustrial.</p> <p>RA5: Cuantifica el forzamiento directo e indirecto de aerosoles, así como las fuentes de incertidumbre, considerando las interacciones entre aerosoles y radiación electromagnética (Retrodispersión de Rayleigh y Mie), para explicar su impacto climático.</p>
CG1, CG2, CG4	RA6: Produce un texto sintético con información proveniente de la lectura de múltiples fuentes (textos, artículos en inglés y castellano) la que integra en una investigación, que realiza con sus pares, sobre causas y efectos de los agentes climáticos derivados de interacciones químicas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA6	Química atmosférica en el sistema climático durante el Antropoceno	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Caracterización del rol de la química atmosférica en el sistema climático en la época contemporánea. 1.2 Preguntas emergentes en química atmosférica.		El/la estudiante: 1. Caracteriza el rol de la química atmosférica, considerando su relevancia para la ciencia. 2. Investiga y sintetiza información sobre el rol de la química atmosférica en el sistema climático, usando literatura especializada.	
Bibliografía de la unidad		Crutzen, P. J. (2002). "Atmospheric Chemistry in the 'Anthropocene,'" in, 45–48. doi:10.1007/978-3-642-19016-2_7. Finlayson-Pitts, B. J. (2017). Introductory lecture: Atmospheric chemistry in the Anthropocene. Faraday Discuss. 200, 11–58. doi:10.1039/c7fd00161d. Wallington, T. J., Seinfeld, J. H., and Barker, J. R. (2019). 100 Years of Progress in Gas-Phase Atmospheric Chemistry Research. Meteorol. Monogr. 59, 10.1–10.52. doi:10.1175/AMSMONOGRA-PHS-D-18-0008.1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA6	Compuestos azufrados	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Compuestos azufrados relevantes y ciclo bio-geoquímico. del azufre. 2.2 Fuentes y sumideros de algunos azufrados. 2.3 Formación de aerosoles sulfato. 2.4 Capa de Junge.		El/la estudiante: 1. Determina las características químicas de especies azufradas, en ejemplos que se le presentan. 2. Describe procesos de emisión, formación y remoción de especies azufradas climáticamente relevantes y sus precursores. 3. Describe y cuantifica el forzamiento por aerosoles de sulfato en la capa de Junge. 4. Usa información proveniente de múltiples fuentes para comprender fenómenos asociados a los compuestos azufrados.	
Bibliografía de la unidad		Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. (2016). Chapter 2.2 in Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2	Compuestos nitrogenados	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Compuestos nitrogenados relevantes y ciclo biogeoquímico del nitrógeno. 3.2. Fuentes y sumideros de algunos nitrogenados. 3.3. Forzamiento radiativo del óxido nitroso. 3.4. Formación de aerosoles de nitrato y amonio.		El/la estudiante: 1. Caracteriza las características químicas de especies nitrogenadas. 2. Describe procesos de emisión, formación y remoción de especies nitrogenadas climáticamente relevantes y sus precursores. 3. Describe y cuantifica el forzamiento por óxido nitroso (N ₂ O).	
Bibliografía de la unidad		Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. (2016). Chapter 2.3 in Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA4, RA6	Ozono en la estratosfera	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Distribución global del ozono 4.2 Radiación y fotoquímica. 4.3 Circulación estratosférica (Brewer-Dobson). 4.4 Ciclos catalíticos de formación y destrucción. 4.5 Agujero de ozono: descubrimiento, explicación y evolución.		El/la estudiante: 1. Caracteriza la interacción entre radiación y fotoquímica con énfasis en la fotólisis de oxígeno molecular (O ₂) 2. Reconoce los rasgos principales de la circulación estratosférica, considerando su impacto sobre la distribución de ozono 3. Describe la química del ozono (O ₃) en la estratosfera y formas asociadas --oxígeno en estado fundamental (O ³ P) y excitado (O ¹ D), i.e., O _x =O ₃ + O(³ P) + O(¹ D) -- a través de su formación por fotólisis de O ₂ y de destrucción catalítica por las familias de peróxidos (HOx), óxidos de nitrógeno (NOx) y halógenos. 4. Comprende el rol de las nubes polares estratosféricas como catalizadoras de reacciones fotoquímicas que liberan cloro destruyendo eficazmente ozono. 5. Indaga en literatura especializada sobre la evolución del agujero de ozono antártico, analizando su impacto sobre la circulación.	
Bibliografía de la unidad		Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. (2016). Chapter 4 & 5 in Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA6, RA8	Ozono en la tropósfera	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Formación de ozono en la tropósfera remota. 5.2 Formación de ozono en la tropósfera urbana y rural. 5.3 Presupuesto de ozono troposférico y sus cambios. 5.4 Forzamiento climático por ozono troposférico. 5.5 Expansión de la circulación de Hadley y cambios en ozono troposférico.		El/la estudiante: 1. Caracteriza la interacción entre radiación y fotoquímica con énfasis en la fotólisis de dióxido de nitrógeno (NO ₂) 2. Identifica cualitativa y cuantitativamente los términos explicativos del balance de carga de ozono en la tropósfera, incluyendo producción y destrucción fotoquímica, transporte desde la estratósfera y remoción por deposición seca en la superficie 3. Describe y cuantifica el forzamiento por ozono troposférico y su evolución desde la época preindustrial, así como las fuentes de incertidumbre 4. Analiza la evolución de la carga de ozono troposférico y su balance desde la época preindustrial al presente, considerando escenarios futuros.	
Bibliografía de la unidad		Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. (2016). Chapter 4 & 6 in Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA2, RA5, RA6	Aerosoles	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1 Interacciones entre la radiación electromagnética con aerosoles (Retrodispersión de Rayleigh y Mie). 6.2 Interacciones radiativas mediadas por nubes. 6.3 Forzamiento climático directo e indirecto por aerosoles.		El/la estudiante: 1. Explica los mecanismos responsables de forzamiento radiativo directo ya sea positivo o negativo de los aerosoles, considerando fuentes y sumideros de aerosoles, así como su formación in situ. 2. Explica los mecanismos y procesos que determinan la modificación de propiedades ópticas de las nubes a través de su interacción con nubes. 3. Describe y cuantifica el forzamiento directo e indirecto de aerosoles, así como las fuentes de incertidumbre 4. Realiza una investigación sobre el forzamiento directo e indirecto por aerosoles atmosféricos, analizando su impacto climático y sintetiza sus resultados en un informe escrito..	
Bibliografía de la unidad		Boucher, O. 2015. Atmospheric Aerosols Properties and Climate Impacts. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9649-1 (Chapters 2,3 and 5).	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo es activo-participativa y considera clases expositivas, indagación, síntesis y exposición escrito y/u oral sobre tópicos específicos en la literatura especializada.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Tareas	Con esta actividad se evalúan los RA1, RA2, RA3, RA4 y RA5
Exposiciones orales;	Evalúan los RA1, RA2, RA3, RA4 y RA5
Informe escrito de trabajo de investigación	Evalúa los RA1, RA2, RA3, RA4 y RA5, RA6

G. Recursos bibliográficos:**Bibliografía obligatoria:**

Boucher, O. 2015. Atmospheric Aerosols Properties and Climate Impacts. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9649-1>

Wallington, T. J., Seinfeld, J. H., and Barker, J. R. (2019). 100 Years of Progress in Gas-Phase Atmospheric Chemistry Research. Meteorol. Monogr. 59, 10.1-10.52. doi:10.1175/AMSMONOGRAPHS-D-18-0008.1.

Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. (2016). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.

Informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés): <https://www.ipcc.ch/>.

Bibliografía complementaria:

Archibald, A. T., Neu, J. L., Elshorbany, Y. F., Cooper, O. R., Young, P. J., Akiyoshi, H., et al. (2020). Tropospheric ozone assessment report: A critical review of changes in the tropospheric ozone burden and budget from 1850 to 2100. Elementa 8. doi:10.1525/elementa.2020.034.

Bernhard, A. (2010) The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. Nature Education Knowledge 3(10):25.

Boisier, J. P., Alvarez-Garreton, C., Cordero, R. R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R. D., et al. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. Elementa 6, 74. doi:10.1525/elementa.328.

Boucher, O., et al, 2013. Clouds and aerosols, in: Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 571–658. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.016>.

Brasseur, Guy P.; Jacob, Daniel J. (2017). Modeling of Atmospheric Chemistry. Cambridge University Press.

Carpenter, L. J., Arnold, S. R., Heald, C. L., Ravishankara, A. R., and Williams, J. (2017). Highlights from the Faraday Discussion meeting "Atmospheric chemistry in the Anthropocene", York, 2017. Chem. Commun. 53, 12494–12498. doi:10.1039/C7CC90417G.

Checa-Garcia, R., Hegglin, M. I., Kinnison, D., Plummer, D. A., and Shine, K. P. (2018). Historical Tropospheric and Stratospheric Ozone Radiative Forcing Using the CMIP6 Database. Geophys. Res. Lett. 45, 3264–3273. doi:10.1002/2017GL076770.

Ciais, P., et al. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), Climate Change 2013 - The Physical Science Basis (Vol. 9781107057, pp. 465–570). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.015>

Finlayson-Pitts, Barbara J.; James N. Pitts, Jr. (2000), Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere: Theory, Experiments, and Applications. Academic Press.

Griffiths, P. T., Murray, L. T., Zeng, G., Shin, Y. M., Abraham, N. L., Archibald, A. T., et al. (2021). Tropospheric ozone in CMIP6 simulations. *Atmos. Chem. Phys.* 21, 4187–4218. doi:10.5194/acp-21-4187-2021.

Kremser, S., Thomason, L. W., et al (2016). Stratospheric aerosol-Observations, processes, and impact on climate. *Reviews of Geophysics*, 54(2), 278–335. <https://doi.org/10.1002/2015RG000511>

Langematz, U. (2019). Stratospheric ozone: down and up through the anthropocene. *ChemTexts* 5, 8. doi:10.1007/s40828-019-0082-7.

Lu, X., Zhang, L., Zhao, Y., Jacob, D. J., Hu, Y., Hu, L., et al. (2019). Surface and tropospheric ozone trends in the Southern Hemisphere since 1990: possible linkages to poleward expansion of the Hadley circulation. *Sci. Bull.* 64, 400–409. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scib.2018.12.021>.

Myhre, G., et al. (2013). “Anthropogenic and natural radiative forcing,” in *Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, et al. (Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press), 659–740. doi:10.1017/CBO9781107415324.018

Solomon, S. (1999). Stratospheric ozone depletion: A review of concepts and history. *Rev. Geophys.* 37, 275–316. doi:10.1029/1999RG900008.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Laura Gallardo
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

ANEXO 3

**INFORME MORI
ESTUDIO EMPLEABILIDAD GEOFÍSICA
JUNIO 2016**

DIRECTOR DE PROYECTO
Marta Lagos

JEFE DE PROYECTO
Cristina Flores

1. RESUMEN EJECUTIVO

MORI llevó a cabo un estudio de empleabilidad para el departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Este estudio consta de dos partes; por una parte, una encuesta a Empresas y, por otra, una encuesta a ex alumnos; se trata de dos encuestas dirigidas con preguntas estructuradas. El objetivo era indagar el mercado de trabajo de geofísica como tal.

1. Empresas: La encuesta a empresas aplicó 27 entrevistas estructuradas a directivos de Recursos Humanos de 27 empresas del área de Geofísica. Estas entrevistas fueron aplicadas entre el 4 de septiembre y el 10 de octubre del 2015.

2. Ex alumnos: la encuesta a ex alumnos aplicó 58 encuestas con preguntas estructuradas vía WAPI a ex alumnos de la carrera de Geofísica de la Universidad de Chile. Las encuestas se realizaron entre el 9 de septiembre y el 14 de diciembre de 2015. Del total de entrevistados 45 son de la Universidad de Chile y 13 de la Universidad de Concepción.

El resultado del estudio dice claramente que el mercado de trabajo tiene una demanda para las 32 funciones de "geofísica" que se testearon en este estudio. En total el mercado de trabajo tiene 1026 personas que trabajan en esas funciones desde distintas profesiones. Por otra parte, los ex alumnos muestran que no tienen dificultades encontrar trabajo.

El estudio se aplica en un período de disminución del precio del cobre y de disminución de la actividad minera, directamente relacionada con el precio del cobre como se ve a continuación. Este estudio se aplica en el período del precio más bajo que ha tenido el cobre, desde 2010 cuando corría el llamado súper ciclo. Los resultados de demanda por tanto son conservadores ya que se sitúan en un contexto de la más baja coyuntura del cobre en los últimos 10 años. (el súper ciclo del cobre tuvo una duración de una década).



2. INTRODUCCIÓN

Este informe es el informe final después de entregas sucesivas que se detallan a continuación.

Se presenta en primer lugar un informe metodológico, con un informe de resultados que se presenta el 7 de marzo. Producto de esta reunión se solicita procesar de nuevo los datos con el objeto de buscar tipologías, tanto de tipos de funciones (geofísicos) como de tipos de empresas. Estos tipos se envían a MORI para re procesar los datos.

Una vez re procesados los datos, se entrega el 13 de mayo un segundo informe que se presenta el 2 de junio. En esta segunda entrega se solicita transformar los informes entregados en el formato necesario para la Universidad.

Este tercer informe corresponde a la suma de los informes presentados en el formato de la Universidad de Chile, entregado por el departamento de Geofísica.

3. OBJETIVO

Determinar la factibilidad de éxito y empleabilidad en la industria, para un profesional con título Geofísico, así como conocer la experiencia de los ex alumnos de la carrera.

Objetivos Específicos

- 1. Empresas:** Determinar las funciones que son requeridas y valoradas por las empresas de los rubros donde son contratados profesionales del área de la geofísica.
- 2. Ex Alumnos:** Conocer la realidad de los ex alumnos, su experiencia laboral y opinión respecto de la carrera estudiada en términos de expectativas y recomendaciones. Son considerados para este estudio ex alumnos de la Universidad de Chile y Universidad de Concepción

4. MUESTRA

La muestra se diseña para 100 empresas y 100 ex alumnos. La muestra del estudio fue diseñada en la propuesta técnica del estudio para un total de 100 empresas y organismos públicos y 100 ex alumnos. Ambas con un sistema de selección aleatorio de acuerdo a las bases de datos que serían entregadas por el cliente.

Los universos teóricos iniciales se redujeron importantemente debido a las razones que se explican en este documento. La muestra aplicada es autoseleccionada ya que el número de casos obligó a usar las bases completas. No hubo seleccionados.

El total de casos finales aplicados es de 27 empresas y 58 ex alumnos. Se exponen en este informe todos los eventos relacionados con esta disminución de casos.

ESTUDIO I: Empresas

Universo: Entrevistas dirigidas a directivos de Recursos Humanos o cargos dentro de las empresas y organizaciones que fueran responsables de la contratación de profesionales. En empresas señaladas por el cliente.

Tipo de entrevista: Cara a cara

Modo de Entrevista: En papel.

Número de casos: 27

ESTUDIO II: Ex alumnos

Universo: Ex alumnos según base de datos entregada por el cliente.

Tipo de entrevista: WAPI Web assisted Personal interview.

Modo de Entrevista: por internet con una clave única.

Número de casos: 58

5. APLICACIÓN

El trabajo de campo del estudio tomó en total desde que se inicia el Pre test, un total de 13 semanas (07 de septiembre al 12 de diciembre).

5.1 Empresas

Contacto con la empresa: Un reclutador realiza el contacto con el encargado de recursos humanos de cada empresa u organismo o bien quien tomará las decisiones de contrato de profesionales del área. Una vez agendada la entrevista, se notifica al entrevistador.

Aplicación de la entrevista: Un entrevistados acude al lugar y hora acordados en el proceso de contacto y aplica el cuestionario aprobado para ello.

5.2 Ex Alumnos

El proceso de entrevistas de ex alumnos está a cargo de un equipo de reclutadores que envió las invitaciones por correo y contactó telefónicamente a los ex alumnos para invitarlos a participar en el estudio.

Una vez enviado el link, los alumnos respondieron la entrevista quedando automáticamente descargado en una base de datos.

6. LIMPIEZA Y CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE DATOS

El primer paso fue la recepción y confirmación de los contactos entregados por el cliente en las bases de datos para empresas y ex alumnos.

El cliente entrega 60 casos de empresas en vez de los 100 teóricos en la propuesta y 136 ex alumnos.

Base de datos empresas: 60 empresas en total
 18 empresas en rubro de Prospección Geofísica
 10 empresas en sector Minería
 7 empresas en rubro ambiental
 3 empresas en recursos hídricos
 7 empresas y organismos públicos en el rubro energía
 5 organismos públicos de emergencia nacional
 10 empresas y organismos del rubro ciencias atmosféricas

Base de datos Ex Alumnos: 136 ex alumnos en total
 79 ex alumnos Magister en Geofísica, U. de Chile
 25 ex alumnos Licenciatura en Geofísica, U de Chile
 18 titulados Universidad de Concepción
 14 egresados Universidad de Concepción

7. CUESTIONARIO

Se desarrolló el cuestionario en conjunto con el cliente. La primera versión del cuestionario fue enviada el 14 de noviembre del 2014. La primera respuesta del cliente con comentarios se recibe el 14 de enero del 2015. El trabajo se suspende por problemas de contratación.

El 23 de marzo del 2015 se retoma el trabajo luego de solucionar problemas administrativos de contratación. Se envía en esta fecha la propuesta de cuestionario para empresas y ex alumnos.

El 4 de abril se envía al cliente la propuesta final para pre test del estudio.

7.1 Temas y estructura del cuestionario

El cuestionario fue diseñado para lograr los objetivos del estudio en base a información entregada por el cliente. Se adjuntan los cuestionarios completos en Anexo 1 para empresas y Anexo 2 para ex alumnos.

El principal insumo para desarrollar el cuestionario fueron los ámbitos y funciones de un profesional de la geofísica. Información que fue entregada por el cliente.

Tabla 1: Ámbitos Habilidades y Funciones de un profesional de la Geofísica: Área profesional

Tiempo y Calidad del Aire	Tiempo meteorológico	1. Diseño e instalación de redes meteorológicas
		2. Pronóstico del tiempo
	Calidad del Aire	3. Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
		4. Monitoreo y análisis de calidad del aire
Evaluación de Riesgos Naturales	Peligro /Riesgo Sísmico	5. Terremotos: Estimación de peligro y riesgo asociado a la sismicidad como información para la planificación territorial, vulnerabilidad de infraestructura.
		6. Tsunami: modelamiento de altura máxima de ola (run-up), generación de mapas de inundación.
	Estudios Geofísicos para la evaluación de riesgo geológico	7. Actividad Volcánica: Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad volcánica. Modelación de sistemas hidrotermales y magmáticos utilizando magnetotelúrica.
		8. Evaluación de riesgo asociado a remociones en masa sísmica GPR (Ground Penetrating Radar, o Georadar).
Prospección de Recursos Naturales y Geotécnica	Exploración de Minerales	9. Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (Polarización Inducida, Magnetotelúrica (MT), etc.), métodos de potencial (magnetometría y gravimetría) y sísmica de reflexión y refracción para la exploración de recursos mineros.
	Exploración de recursos hídricos	10. Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (Sondaje Eléctrico Vertical, Transiente Electromagnético (TEM), Magnetotelúrica, etc.), métodos de potencial (gravimetría) y sísmica de reflexión y refracción para el estudio del potencial hídrico.
	Exploración de recursos energéticos	11. Hidrocarburos: Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos de sísmica de reflexión y electromagnéticos para la exploración de reservorios de hidrocarburos.
		12. Geotérmicos: Ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (MT, TEM etc.), métodos de potencial (magnetometría y gravimetría) y tomografía sísmica de fuente natural para la caracterización de reservorios geotérmicos.
		13. Solar y eólica: Diseño y ejecución de campañas y/o de redes de observación para determinar potencial eólico y solar, estimar persistencia de viento y radiación.
	Otras Funciones	14. Diseño e instalación de redes sismológicas
		15. Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica (modelos 2-D y 3-D de velocidades de onda, atenuación y parámetros elásticos)

Tabla 2: Ámbitos Habilidades y Funciones de un profesional de la Geofísica: Área Científica

Sismología y Geodesia	16. Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad sísmica
	17. Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
	18. Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
	19. Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
Geofísica Marina	20. Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos
	21. Interpretación sismotécnica
Vulcanología	22. Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad volcánica
	23. Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
	24. Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
Meteorología, Climatología y Calidad del aire	25. Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
	26. Análisis de pronóstico meteorológicos
	27. Análisis de proyecciones de cambio climático
	28. Análisis de predicciones climáticas estacionales
	29. Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
	30. Análisis de pronóstico de calidad del aire
	31. Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
	32. Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
	33. Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
	34. Evaluación de potencial eólico y/o solar

A. Preguntas Empresas

Temas tratados en las preguntas a empresas. Cuestionario completo en Anexo 1

1. Cantidad de profesionales realizando dichas funciones.
2. Profesión que tienen cada uno de esos profesionales.
3. ¿En su compañía cuál de estas funciones prevé Ud. aumentar el número de profesionales en los próximos 5 años? ¿En los próximos 10 años?
4. ¿De la siguiente lista cuáles son las tareas, labores, funciones que más cuesta encontrar profesionales bien entrenados?
5. ¿Cuáles son las tres cosas que Ud. diría es lo más frecuente que los profesionales no saben hacer al salir de la Universidad, que son de relevancia para su empresa?
6. Opinión sobre la capacidad de las universidades de entrenar a profesionales de la geofísica para el mundo laboral.
7. Universidades que tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral
8. ¿Cuáles son las Universidades que usted encuentra tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral? ¿Usualmente, cuál es el grado/título de dichos profesionales?
9. De la lista de funciones entregada, ¿cuáles son las que más le interesarían para contratar un geofísico en su empresa? Indique que función de la lista es la más necesaria para su empresa y las 5 funciones que considere más importantes.

B. Preguntas Ex alumnos

Temas tratados en las preguntas a ex alumnos. Cuestionario completo en Anexo 2

1. ¿Dónde están trabajando?
2. ¿Qué funciones cumplen?
3. La función que cumple está relacionada directamente con lo que Ud. estudió o no.
4. Las habilidades que desarrolló durante la formación en Geofísica son adecuadas para el trabajo que realizan.
5. La Licenciatura de ciencias con mención Geofísica cumplió con sus expectativas, ¿mejor igual o peor de que lo que esperaban?
6. ¿Qué habilidades le faltaron para cumplir mejor el trabajo que realiza ahora?
7. ¿Cuándo tomó la decisión de estudiar geofísica? ¿Antes de entrar a la Universidad o después de entrar al plan común de Ingeniería?
8. ¿De la siguiente lista de ubicación en prioridad, cuál fue la que tuvo Ud. al momento de seleccionar Geofísica:
9. Primer lugar
10. Segundo lugar o
11. Tercer lugar.
12. De los siguientes criterios, ¿cuáles son importantes a la hora de decidir estudiar geofísica?
13. ¿Qué sugerencias le haría a la escuela ahora que está trabajando, para mejorar su posibilidad de obtener un buen empleo como geofísico?
14. Ahora que está trabajando, qué información con respecto a la carrera cree Ud. que le habría sido útil al momento de tomar la decisión de la especialidad.
15. (a los ex alumnos de la profesión de geofísica de la U de Concepción). ¿Están satisfechos con el título de Geofísico?
16. ¿Cuánto tiempo se demoró en encontrar su primer trabajo?

8. Pre test

Luego de solucionado el problema administrativo del estudio se comienza.

Empresas: El 7 de septiembre de 2015 se aprueba el cuestionario para empresas y se da inicio a pre test en las empresas seleccionadas por el cliente para ese fin:

ErdbebnAGEOS
Gtn-La
Enel Green Power
META DATA

Una vez obtenidos los resultados del pre test se hicieron las modificaciones correspondientes al cuestionario y se dio inicio al trabajo en terreno.

Ex Alumnos: El cuestionario de ex alumnos se sometió a test interno antes de ser subido a la plataforma web. Una vez iniciado el estudio se agregó un filtro para distinguir los que habían estudiado Magíster o Licenciatura. De la misma manera se adaptó el parafraseo para ajustarse a esas dos situaciones.

9. PROCESO DE DATOS, INVERSIÓN Y RESULTADOS

9.1 Empresas

Una vez que MORI contó con la lista de empresas se comenzó a contactar telefónicamente a cada una de ellas para obtener los datos de contacto del informante idóneo para el estudio. Este proceso fue lento y trabajoso. Al cabo de dos semanas de trabajo se envían al cliente un listado de empresas que manifiestan no necesitar el perfil profesional objeto de estudio.

El cliente decide dejar fuera de la base de datos 11 empresas:

1. Imz
2. Hidrogeología
3. Geoglobal Energy
4. Cria
5. Angea
6. Magma Energy Chile
7. Agencia Chilena De Eficiencia Energetica
8. Gtn-La
9. Ministerio De Agricultura
10. Ministerio De Relaciones Exteriores
11. Ministerio De Minería

En el caso de los ministerios, esta exclusión tiene relación con que el organismo a cargo de la contratación de los profesionales es indirecto a través de otras unidades: Ej: Ministerio de Energía, el organismo es Sernageomin.

Una vez finalizado este proceso, de las 60 empresas originalmente enviadas por el cliente quedan 49 válidas para entrevistar.

9.2 Ex Alumnos

La base de datos de alumnos se trabajó a través de contacto telefónico y vía correo electrónico. La información que venía en la base de datos no era completa o estaba equivocada. El contacto telefónico solo estaba disponible para los ex alumnos de la Universidad de Chile y no para los de la Universidad de Concepción donde se contaba solo con el correo electrónico.

Casos que se perdieron de la base de datos: ver tabla 3.

Tabla 3: Correos equivocados que rebotan

9	Mora Stock, Cindy Nathalie	cindy@dgf.uchile.cl/
10	Obando Orrego, Sebastián Ignacio	sebobando@gmail.com
11	Catalán Nicole	nicolecatalan@udec.cl
12	James Morales Lasselle	jmoralesl@udec.cl
13	Cristóbal Aguilera	caguilerab@udec.cl

De la base original de 136 alumnos, 42 venían sin teléfono y 13 correos rebotan, sin tener otro dato de contacto.

Esto nos deja un total de 123 ex alumnos contactables personas con correo electrónico, y de ellos solo 81 con posibilidad de ser contactados telefónicamente.

9.3 Contacto para concretar entrevista

A. Empresas

Una vez identificada la persona idónea para responder la entrevista en las 49 empresas válidas, en cada empresa y organismo se comienza a contactar a cada una y a agendar las fechas de realización de las entrevistas.

El contacto se hizo a través del envío de correos electrónicos adjuntando una carta de invitación a participar en el estudio realizada por la Facultad de Ciencias y Matemáticas de la Universidad de Chile y firmada por el Decano; en forma paralela se contactaba telefónicamente a los posibles entrevistados.

Al 15 de octubre luego de un mes del inicio el estado era el siguiente:

Del total de 49 entrevistas posibles:

25 entrevistas realizadas
 5 entrevistas en proceso y agendadas para realizarse
 13 entrevistas en proceso de contactar un entrevistado idóneo
 6 entrevistas a la espera de respuesta (contacto con empresa en diversas etapas)

De las 30 entrevistas realizadas en total hubo 3 entrevistas que tuvieron que ser descartadas de la base de datos porque los entrevistados dejaron incompleta la entrevista por considerar que no era pertinente para la empresa contestar ese tipo de información, dejando un total de 27 empresas válidas. Las 19 entrevistas restantes fue imposible obtener alguien al otro lado de la línea, después de más de nueve envíos de correos solicitando entrevista. Era posible hablar con

algunos directivos, pero no se lograba la respuesta de la persona que ese directivo señalaba para contestar el cuestionario.

En más de una ocasión daba la impresión que las mismas empresas no sabían bien cómo contestar la información requerida. Este fue el caso de una minera particularmente grande, donde la información parecía estar demasiado parcelada como para poder resumirla.

Ex Alumnos

Una vez depurada la base de datos, se comenzaron a enviar las invitaciones por correo electrónico el día 3 de septiembre. El equipo a cargo del envío realiza seguimiento diario y constante a las respuestas de los ex alumnos. Se enviaron en un inicio correos electrónicos cada 3 días y de manera individual con el objetivo de que no cayeran a spam.

El nivel de respuesta fue muy lento. Transcurrido un mes de envíos y llamados se decide perfeccionar el texto de envío con el objetivo de hacer más clara la necesidad e importancia del estudio, y poder captar la atención de los ex alumnos con los que no se contaba con números telefónicos.

Al día 15 de octubre y después de más de un mes el resultado es el siguiente:

Del total de 123 entrevistas posibles:

- 32 entrevistas completas
- 6 entrevistas incompletas
- entrevistas con probabilidad de ser contestadas
- 4 rechazos
- 74 sin respuesta o sin lograr contacto

Se dio instrucción al equipo de insistir lo más posible para obtener las entrevistas. Al 3 de noviembre y luego de seguir el proceso de envío de correos y llamados telefónicos los resultados son como sigue:

Del total de 123 entrevistas posibles:

- 32 entrevistas completas
- 11 entrevistas incompletas
- 4 rechazos
- 76 sin respuesta o sin lograr contacto

Los resultados individuales de seguimiento de los ex alumnos se registraron como incidencias de llamado. Esto dio como resultado las siguientes categorías para quienes tenían teléfonos de contacto:

Tabla 4: Categorías de Incidencias de llamado ex alumnos

Nombre	Incidencia de llamado
Pardo Pedemonte, Mario Hernán	Se llamó y nunca contestaron
Vera Sommer, Emilio Eduardo	Se llamó en reiteradas ocasiones, sin respuesta
Yáñez Carrizo, Gonzalo Alejandro	No vive nadie con ese nombre, respuesta dada en el número telefónico.
Garreaud Salazar, René Darío	El teléfono suena siempre ocupado-
Valenzuela Bize, Juan Guillermo	Teléfono fuera de servicio.
Montecinos Gula, Aldo Manuel	Falta un dígito.
Aguirre Araneda, Igor Alejandro	Numero equivocado.
Leyton Florez, Felipe Orlando	No contesta nadie.
Adaros Carcamo, Rodrigo Eduardo	El celular tira a buzón y el de casa suena siempre línea ocupada.
Quintana Arena, Juan Miguel	Se llamó repetidas veces, dejando el recado.
Salazar Reinoso, Pablo Eugenio	Celular siempre apagado.
Painemal Duarte, David Andrés	Número no existe.
Orellana Roviroso, Felipe Franco	La persona ya no vive ahí, y no tenían información de él.
Moscoso Henríquez, Eduardo Ignacio	Se llamó reiteradas ocasiones sin respuesta.
Rada Giacaman, Camilo Andrés	Ambos teléfonos fuera de servicio.
Delgado De la Puente, Francisco Javier	Celular buzón y el de casa no contestan.
Silva Bustos, Natalia Andrea	Se dejó recado en número fijo, y celular solo buzón.
Riquelme Muñoz, Sebastián Rubén	Persona ya no vivía ahí. Equivocado
Fuentes Serrano, Mauricio Antonio	No contestan
Meneses Provoste, Gianina Elisa	No contestan

García Sanders, Karin Isabel	Se deja recado.
Quiroz Valencia, Francisca Fernanda	Se deja recado.
Leiva Sotomayor, Maximiliano Joaquín	No contesta.
Jacques Coper, Martín Sebastián	No corresponde el teléfono
López Vergara, Luis Alfredo	No contesta.
Pineda Herrera, Pedro Alberto	Celular buzón, fijo no contesta.
Ulloa Sánchez, Hugo Nicolás	Siempre pasa a buzón
Bertin Ugarte, Daniel Andre	Ya no se encuentra en ese número.
Fuentes Serrano, Mauricio Antonio	No contesta
Gonthier Norambuena, Christian Andre	No contesta.
Franco Guerra, Marianela Alejandra	Siempre buzón.
Cornejo Triviño, Natalia Nicole	Siempre pasa a buzón
Bravo Urbano, Emilio Andrés	Siempre suena ocupado.
Arriola Santibáñez, Sebastián Francisco	No contesta.
Ardid Segura, Alberto	Quedó de contestar

Rescate de entrevistas

Debido a la baja tasa de respuesta se decide iniciar un proceso de rescate de entrevistas.

Se intenta encontrar al ex alumno en las dependencias de la Facultad, invitándolos a un almuerzo con el objeto de obtener respuestas durante su asistencia.

Un equipo de encuestadores acudió al lugar y se repartieron de manera autoaplicada las copias del mismo cuestionario que estaba disponible en la web. En esta etapa el cliente se involucra enviando las invitaciones a participar en el estudio.

Se rescataron de esta manera, 13 entrevistas presenciales hechas en papel. En paralelo se siguió con el proceso de insistir telefónicamente y por correo electrónico para lograr más entrevistas a través de la web.

9.4 Resultado

Empresas

Del total de 49 entrevistas posibles:
 27 entrevistas realizadas completas.
 3 entrevistas incompletas que no pudieron rescatarse.
 19 entrevistas que no pudieron acordarse ni encontrar informante idóneo.

Ex Alumnos

Del total de 123 entrevistas posibles:
 45 entrevistas fueron contestadas por la web
 13 entrevistas fueron realizadas de manera presencial
 15 entrevistas quedaron incompletas en la web
 4 ex alumnos rechazaron participar
 46 ex alumnos no contestaron

Tabla 5: Cantidad de casos según diseño y aplicación final

	Diseño	Aplicación Final
Empresas del área	100	27
Ex Alumnos	100	58
TOTAL	200	87

10. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

La primera presentación de los resultados llevó a la necesidad de crear grupos de funciones con grupos de empresas con el objeto de resumir la enorme dispersión de los datos.

10.1 Tipologías para el análisis

Se construyeron dos tipologías con el objetivo de sintetizar la información recogida: tipología de empresas que clasifica en 3 grupos los tipos de empresa entrevistadas y una tipología de Geofísicos que clasifica en 4 grupos las funciones (34) que un geofísico puede realizar. Ambas tipologías fueron definidas por el cliente.

Tipología de empresas

MORI recibe la siguiente clasificación de las empresas entrevistadas divididas según su área de trabajo dentro de la geofísica.

Tabla 6: Tipos de Empresa

Tipo de Empresa	Empresas Asociadas a la categoría	
Tipo 1: Geofísica de Prospección	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Energía Geodatos Golder Geo Exploraciones S.A. Universidad de Chile Energí Andina CODELCO Wellfield Idiem IM2 Difrol 	<ul style="list-style-type: none"> Sernageomin ERDEBEN E-Mining Ageos Arcadis Transmark GTNLA GRS Chie Ltda
Tipo 2: Peligro Geológico	<ul style="list-style-type: none"> SHOA Universidad de Chile CODELCO Centro de Sismología de la Universidad de Chile Sernageomin ERDEBEN 	
Tipo 3: Aplicaciones de las Ciencias Atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> Universidad de Chile Enel Green Power CODELCO CONAF 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección Meteorológica Modelación Ambiental Micomio Meteodato (METADATA)

Tipología de Geofísicos

La segunda clasificación agrupa las 34 funciones definidas en el estudio en 4 categorías como sigue:

Tabla 7: Funciones por tipo de geofísico

Tipo de Geofísico	Funciones Asociadas a la categoría	
Tipo 1: Geofísico de Meteorología y Clima. Ciencias atmosféricas en general	1 Diseño e instalación de redes meteorológicas 2 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo 3 Diseño e instalación de estaciones de calidad del aire 4 Monitoreo y análisis de calidad de aire 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico Análisis de pronóstico meteorológico 27 Análisis de proyecciones de cambio climático 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales	29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar
Tipo 2: Geofísico de Sismología y geodesia	5 Peligro/Riesgo Terremotos 6 Peligro / Riesgo Tsunamis 8 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica 14 Diseño e instalación de redes sismológicas 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica 21 Interpretación sismotécnica 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas	
Tipo 3: Geofísico de Vulcanología y Geotermia	7 Monitoreo de actividad volcánica 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados	
Tipo 4: Geofísico de Prospección	9 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos	

Ni las empresas ni los tipos de funciones diseñados coinciden con lo que las empresas responden.

La heterogeneidad y dispersión de las funciones demandadas quedan de manifiesto en el mapa de la tabla 7 mostrando un patrón de demanda específico hasta el nivel de la empresa.

En base a estas tipologías se reprocesó la información. El objetivo era poder tener una idea clara y resumida de la relación entre los tipos de empresas y los tipos de funciones/geofísicos que estas requieren.

Los resultados muestran principalmente dos cosas:

Tabla 8: Funciones que las empresas utilizan

Empresa	Funciones que utiliza															
Micomó	1	2	3	4	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Dirección Meteorológica	1	2	3	4	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	7	
CONAF	1	2	25	26	27	28	29	32	33	7	22	13				
IM2	1	3	4	5	6	8	14	17	18	19	7	12	10	13	20	
SHOA	1	2	4	14	16	23										
Enel Green Power	27	30	34	8	12	9	13	15								
Energí Andina	1	2	5	8	14	16	19	23	12	7	22	24	9	10	13	15
Arcadis	3	4	5	8	14	16	17	19	7	12	10	13	15			
Geo ExploracionesS.A.	1	4	5	6	8	16	12	13	15	10	11					
Idem	1	4	5	6	8	9	11									
ERDEBEN	1	4	6	16	10	11	13	15								
Ageos	1	5	6	16	17	7	10	11	20							
Meteodato	25	21	23	22	24											
Wellfield	2	8	14	16	17	18	19	12	24	13	15	9	10	11		
Modelación Ambiental	1	19														
Universidad de Chile	5	6	8	17	16	17	18	19	21	23	7	12	22	9	15	
Transmark	14	16	17	19	12	15										
Difrol	16	17	21	20												
E-Mining	5	8	16	12	9	10	15									
Geodatos	8	17	19	21	12	9	10	11	20							
CODELCO	8	19	9	15												
Ministerio deEnergía	6	7														
Golder	14	12	9	10	11	13	15									
Centro de Sismología de la Universidad de Chile	14	12	10	13												
GRS Chie Ltda	5															
Sernageomin	9	10	11	24												
GTNLA	10	11	24													

	Geofísico de Ciencias Atmosféricas		Geofísico de Vulcanología y Geoterminia
	Geofísico de Sismología		Geofísico de Prospección

Tabla 9: Funciones que a las empresas les gustaría tener

Empresa	Funciones que le gustaría tener									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Golder										
CONAF	28	29	32							
ERDEBEN	1	2	4	6	16	10	11	13	15	
Ageos	2	4	8	19	21	22				
IM2	2	25	16	21	23	22	24	9	11	15
Meteodato	4									
E-Mining	3	21	12	9	10	15				
Arcadis	5	8	10							
Sernageomin	17	18	7	13						
CODELCO	8	19	9	10	15					
GRS Chie Ltda	8	9								
Micomo	12	24	10							
GTNLA	12	24	10							
Energí Andina	12	9	10	13						
Difrol	20									
Centro de Sismología de la Universidad de Chile	15									

	Geofísico de Ciencias Atmosféricas		Geofísico de Vulcanología y Geotermia
	Geofísico de Sismología		Geofísico de Prospección

Estas tablas permiten visualizar la heterogeneidad en las respuestas de cada una de las empresas en relación a las funciones que hoy utilizan y las que les gustaría tener

a. Las funciones que usan las empresas Con excepción de Micomo y la Dirección Meteorológica, las empresas muestran una gran heterogeneidad en las funciones que utilizan. A simple vista las más usadas tienen que ver con ciencias atmosféricas y sismología. (Ver tabla 7)

b. Las funciones que las empresas le gustaría tener, es decir una demanda de algo que no tienen. En este mapa de demandas hay una cantidad importante de empresas que no

declara funciones que quiera tener (11 empresas). Entre las empresas que si dicen necesitar personal existe una heterogeneidad en relación a las funciones que les gustaría tener (Ver tabla 8)

c. Las funciones que no le son útiles a las empresas. En este se ve que la especialización de algunas define claramente una serie de funciones no útiles. En total 7 empresas (26%) mencionan más de 15 funciones que no le son útiles, es decir, el 44% de las funciones que se pusieron como alternativas. Esta es otra demostración más de la especificidad de la demanda.

En el Anexo 3 se puede observar el detalle.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio entrega un resultado donde hay claramente una demanda de las funciones que se testearon, en el peor momento de la coyuntura económica del cobre en la última década. Es la combinación de esas funciones la que entrega la gran heterogeneidad entre lo testeado como tipos de geofísicos y lo que se requiere. Cabe concluir que el mercado requiere un profesional que abarque más funciones más heterogéneamente. Hoy día las empresas sustituyen con otras profesiones el cumplimiento de esas funciones.

Empresas

El universo estudiado es un micro universo, con solo 27 empresas descubrimos un universo amplio de 1026 profesionales que trabajan en 34 funciones testeadas. Hay un mercado para esas funciones.

Si se resta el mercado de meteorólogos que tiene contratados solo la Dirección Meteorológica de Chile (85 profesionales meteorólogos) el mercado queda en 941 profesionales.

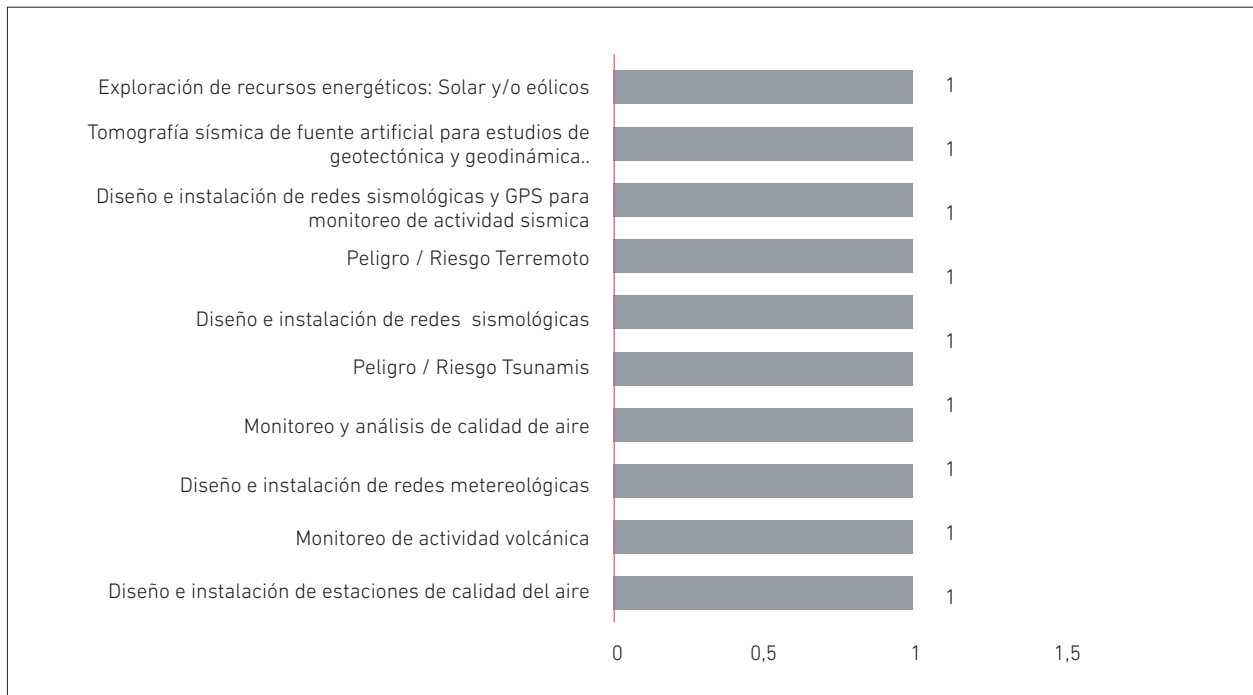
Esta demanda se resume en las siguientes principales funciones, de la cual se puede decir que hay un mercado.

Función más necesaria por tipo de empresa: Empresas de prospección (n de empresas)



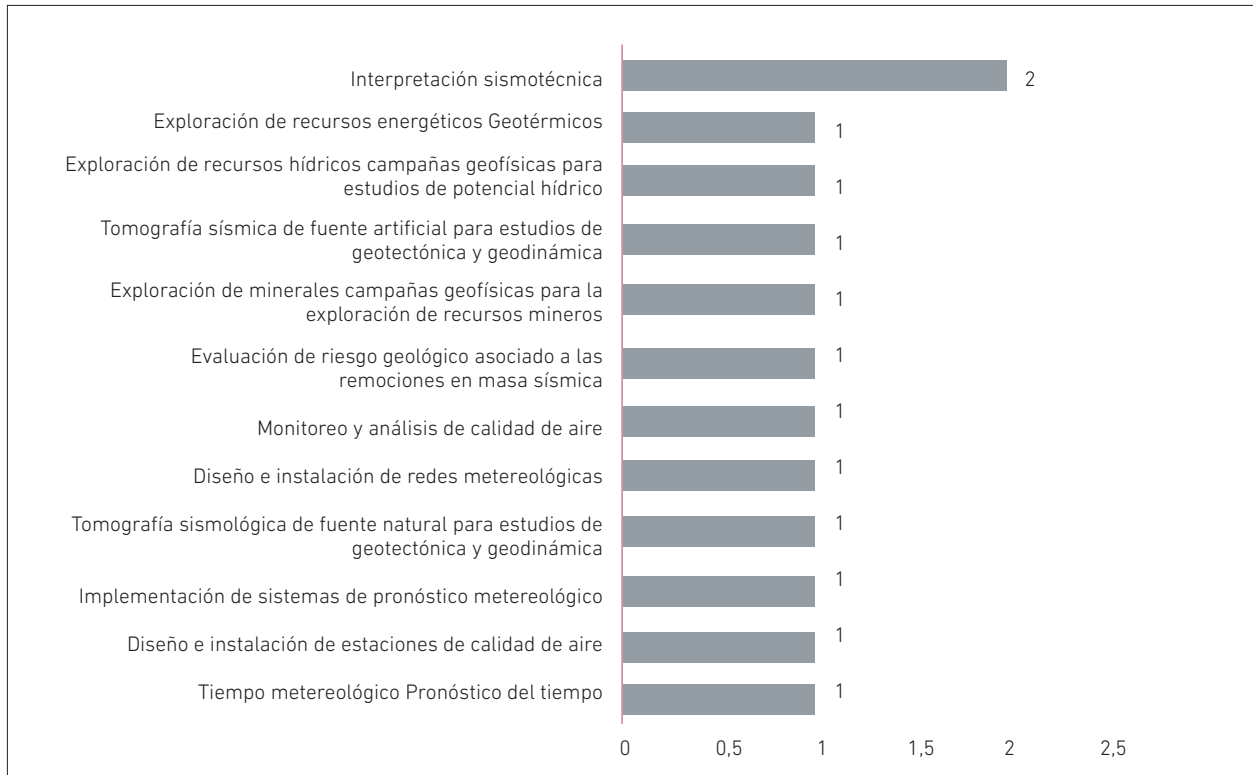
FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

Función más necesaria por tipo de empresa: Empresas de peligro Geológico (n de empresas)



FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

Función más necesaria por tipo de empresa: Empresas Ciencias Atmosféricas (n de empresas)



FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

El mercado que se dibuja en estos resultados tiene las siguientes características:

1. Es más público que privado.
2. Un 48% necesita más personal en alguna función. Las empresas de prospección son las que menos saben lo que necesitan en el futuro mientras las otras lo saben con precisión.
3. En total se necesitan 214 profesionales a corto, mediano y largo plazo. (Un 61% necesita cubrir funciones a corto plazo (8 empresas), un 77% a mediano plazo (10 empresas), y un 31% a largo plazo (4 empresas).
4. Los geofísicos son cinco veces más difíciles de conseguir que otras profesiones. Es decir, hay percepción de escasez en las 34 funciones testeadas.

Las Fortalezas y Debilidades del mercado de trabajo son en general:

1. Las mayores deficiencias son las habilidades blandas, capacidad de administración y conocimiento práctico.
2. Las habilidades más difíciles de encontrar son: la comunicación oral y escrita en inglés y el trabajo en equipo.
3. La mayor fortaleza (74%) son los conocimientos teóricos.
4. La habilidad más escasa es la dirección de proyectos (63%).

Perfil del profesional que demandan las empresas es:

1. Profesionales que sepan trabajar en equipo (74%).
2. Capaces de tener autoaprendizaje (67%).
3. Con compromiso ético (63%).

Evaluación del entrenamiento profesional: El 48% de las empresas creen que las Universidades hoy en día saben entrenar a los profesionales relacionados con el área de la geofísica para insertarse con el mundo laboral. Dentro de ellas la Universidad de Chile está considerada como la casa de estudios que entrega el mejor entrenamiento (70%)

Contratación: Los canales habituales son redes, recomendaciones, mientras que los avisos pesan solo 19%. La brecha entre lo que las instituciones ofrecen y lo que las empresas requieren:

Capacitación: Las empresas están abordando aquello que las universidades no están cubriendo con capacitación propia dentro de la empresa y entrenamiento (49%) a través de cursos y diplomados (15%)

Ex alumnos

Las principales conclusiones del estudio a Ex Alumnos son las siguientes:

Los Ex alumnos de la U. Chile se demoran menos en encontrar trabajo. Se desempeñan varios de ellos vinculados a la misma Institución donde estudiaron y tienen más estabilidad laboral y permanencia en los trabajos respecto de los ex alumnos de la U. Concepción.

Por otro lado, los ex alumnos de la U. Chile sienten de mayor manera, que las labores que realizan están relacionadas con lo que estudiaron y que las habilidades adquiridas le son adecuadas para el mundo laboral.

Respecto de las habilidades que los profesionales sienten que les faltaron para cumplir mejor sus trabajos, los ex alumnos de la U. Concepción destacan las carencias de redacción de artículos científicos mientras que los ex alumnos de la U. Chile son más diversos en sus respuestas mencionando varios tipos de conocimientos y habilidades específicas.

Los ex alumnos de la U. Chile, son en un número importante contactados para trabajar, no teniendo la necesidad de buscar oportunidades laborales.

Análisis sin los académicos de la Universidad

A pedido del cliente se realizaron análisis de las principales preguntas del estudio de ex alumnos sin considerar a los académicos de la casa de estudios que participaron de la entrevista. Se eliminaron en total de la base de datos a 11 personas.

Se analizaron las variables tiempo que le tomó buscar trabajo, tiempo que lleva en su actual trabajo y como buscó trabajo.

Baja de 62% a 56% el porcentaje de profesionales que encontró trabajo en menos de 3 meses. De 21 a 27 personas. Y si bien es cierto aumenta de 16% a 19% quienes aún no tienen su primer trabajo, ese cambio de porcentaje se debe a la

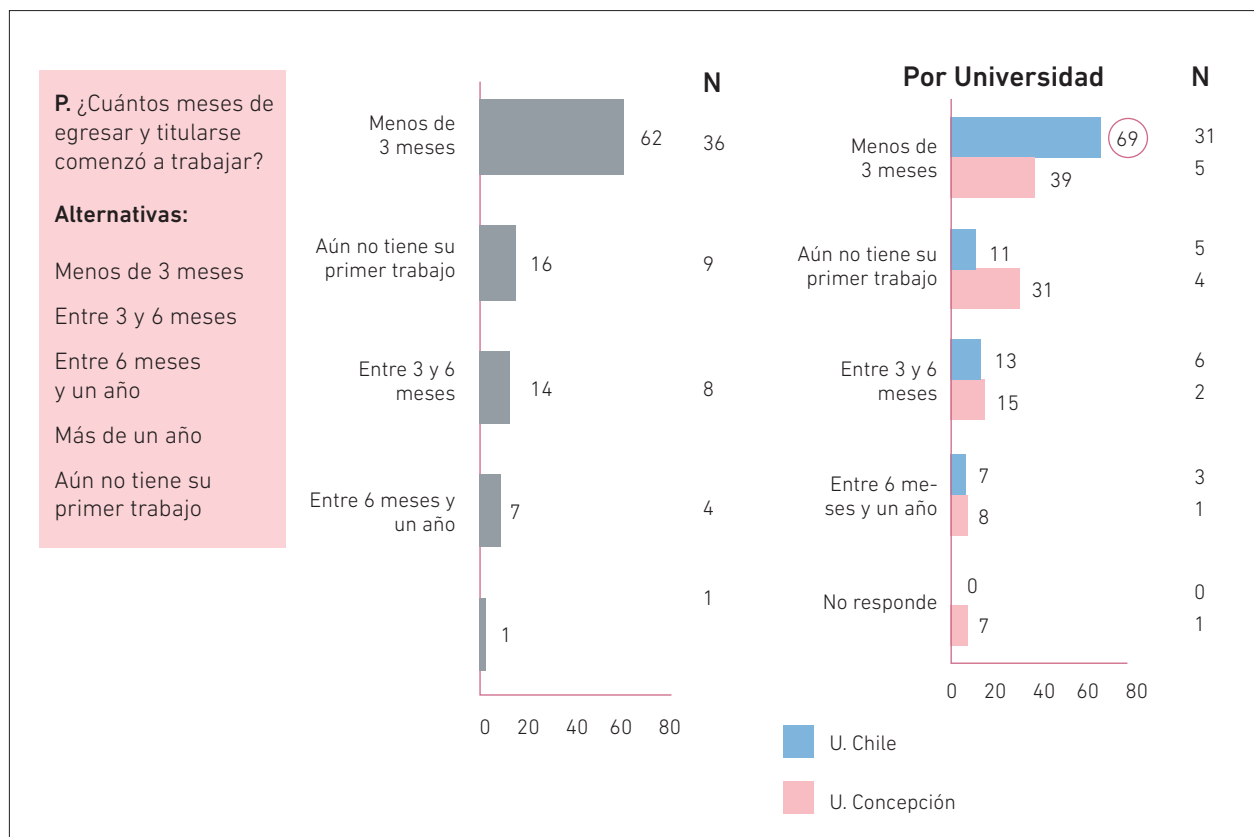
cantidad total, ya que corresponden a las mismas 9 personas

Respecto del tiempo que llevan en su actual trabajo, no existe diferencias significativas en la tendencia de los datos al quitar estos casos. El porcentaje de personas que dicen llevar menos de 5 años es el mismo a pesar que se diferencia en 2 personas, lo mismo ocurre con quienes llevan menos de 10 años.

En la forma en que se busca trabajo, aumenta el porcentaje de personas que busca trabajo a través de profesores y contactos académicos de 17% a 19%, pero disminuye en términos del N de 10 a 9 personas.

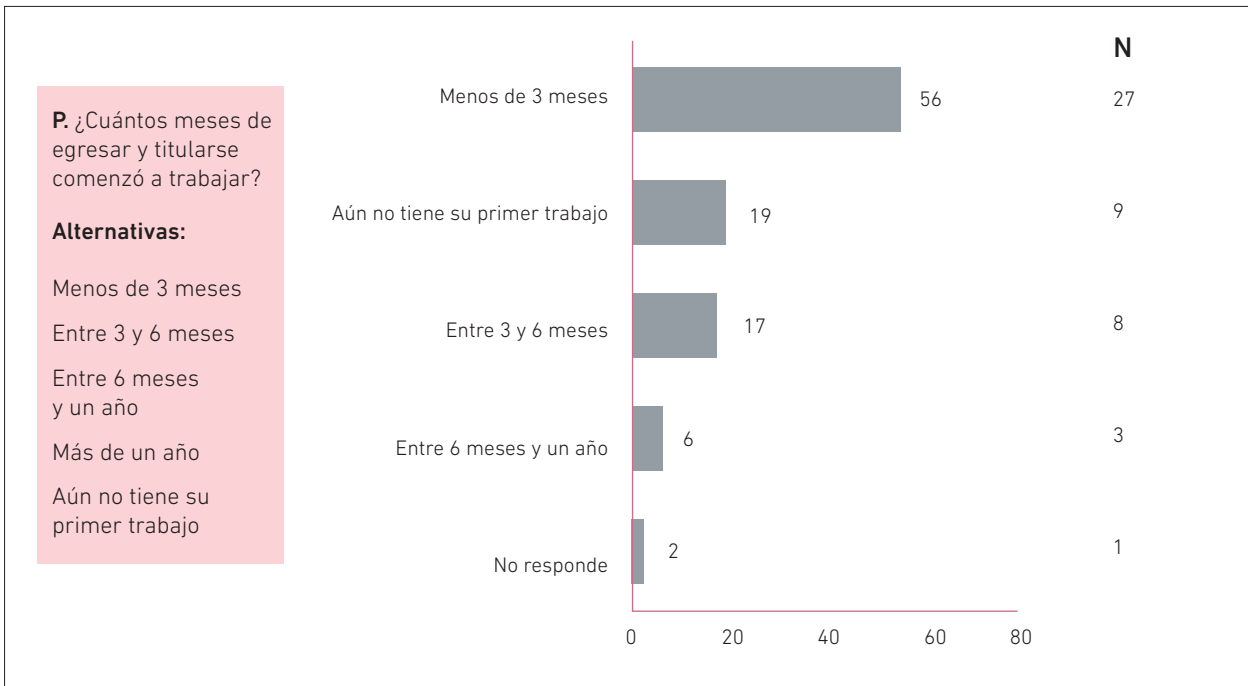
En general este ejercicio muestra que se mantiene la estructura y distribución de las respuestas, no existiendo una relación directa con la presencia de los 11 académicos del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.

Tiempo que demoró en encontrar trabajo después de egresar y titularse



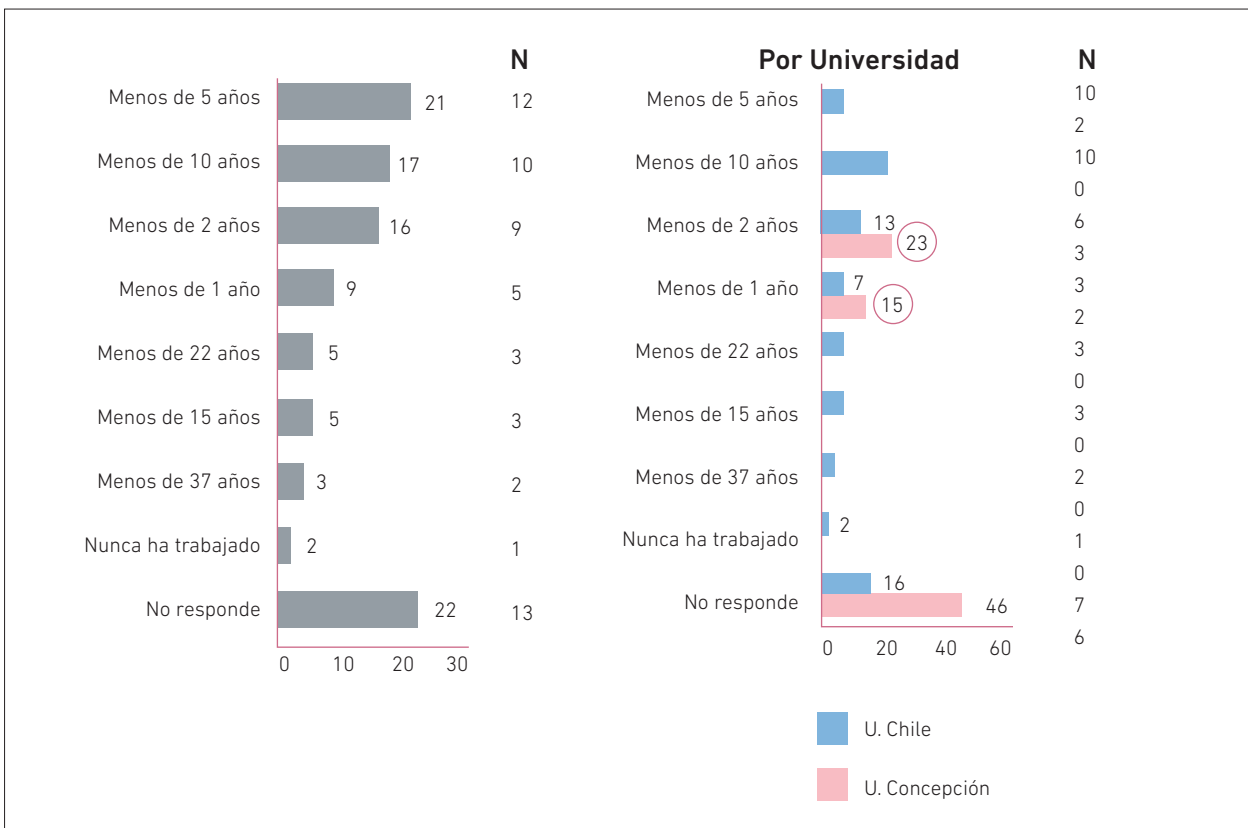
FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

**Tiempo que demoró en encontrar trabajo después de egresar y titularse
(Sin considerar a quienes trabajan en la U. Chile)**



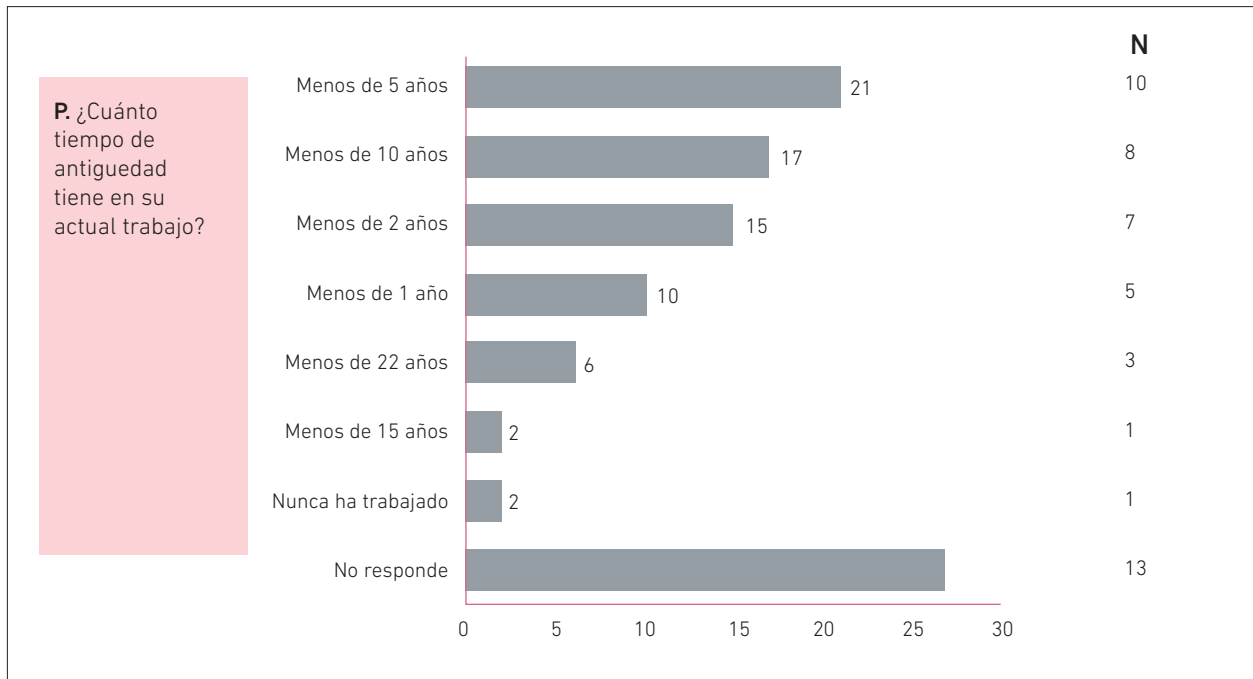
FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

**Tiempo que lleva en su actual trabajo
(Pregunta abierta)**



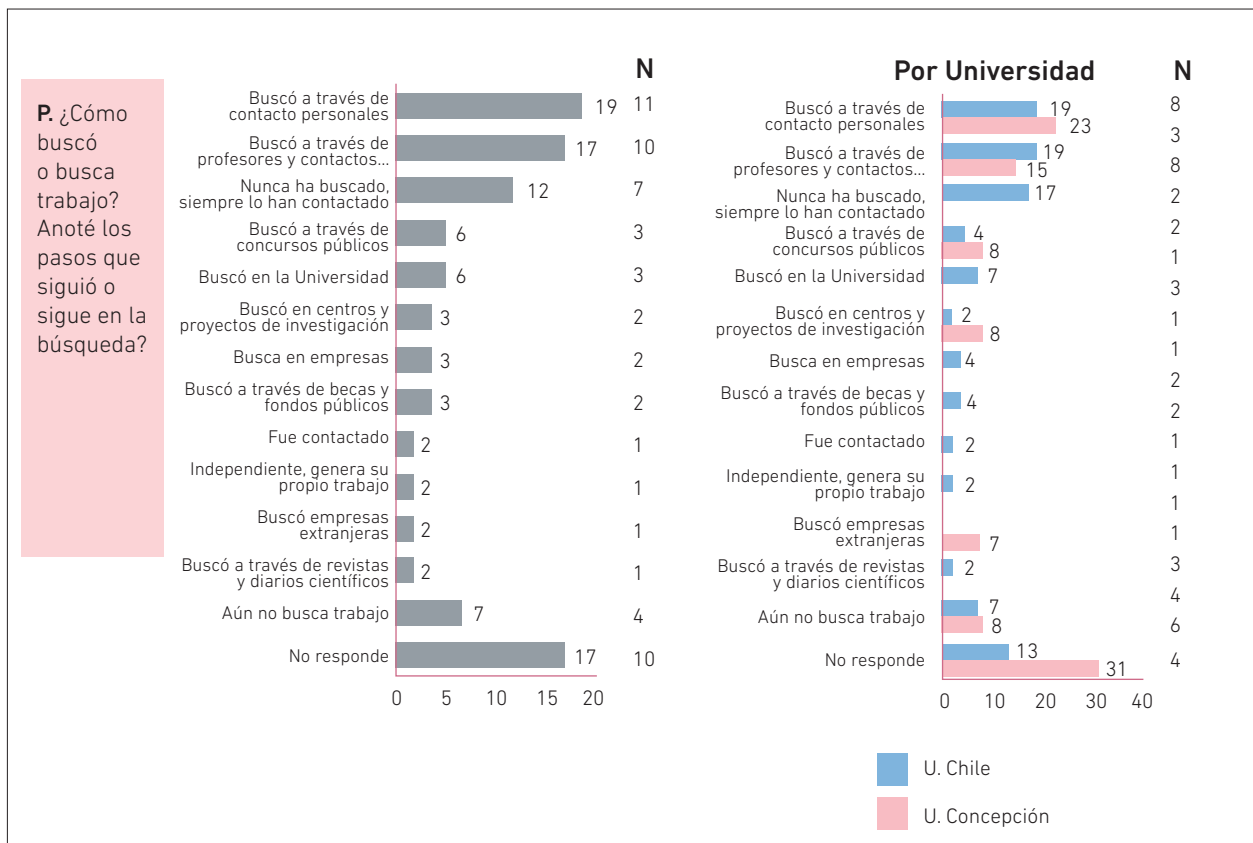
FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

**Tiempo que lleva en su actual trabajo
(Pregunta abierta) (Sin considerar a quienes trabajan en la U. Chile)**



FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

**¿Cómo buscó o busca actualmente trabajo?
(Pregunta abierta)**



FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

**¿Cómo buscó o busca actualmente trabajo?
(Pregunta abierta) (Sin considerar a quienes trabajan en la U. Chile)**



FUENTE: Estudio de empleabilidad Geofísica Universidad de Chile, Diciembre 2015

12. ANEXOS

ANEXO 1. EMPRESAS: cuestionario, tarjetero y libro de código

ANEXO 2. EX ALUMNOS: cuestionario, libro de códigos

ANEXO 3. Tablas con funciones de geofísica que las empresas utilizan, les gustaría utilizar y que no encuentran útiles. (documento en Excel adjunto)

Cuestionario Empresas

CUESTIONARIO ESTUDIO GEOFÍSICA-EMPRESAS NP 467

P1 ¿Cuáles cree Ud. que son las funciones que puede cumplir un Geofísico? (ANOTE TEXTUAL TODO LO QUE LE DIGAN HASTA 3)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 **NO LEER**

P2. (TARJETA 1) ¿Le mostraré una lista de profesionales, me puede decir cuántos tiene Ud. de cada uno de ellos, contratado actualmente? (ANOTE UN NUMERO PARA CADA UNA)

P2A Física	
P2B Ingeniería Física	
P2C Ingeniería Civil	
P2D Ingeniería Civil en Minas	
P2E Geología	
P2F Meteorólogo	

P3. (MOSTRAR TARJETA 2A y 2B) Y ahora le mostraré una lista de funciones y tareas que puede ejecutar un profesional. **P3A.** ¿Cuáles de estas funciones utiliza Ud. en esta empresa/institución hoy día? (MARQUE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P3A) **P3B.** ¿Cuál de las funciones de la lista, le gustaría tener a un profesional que las haga y que hoy día no tiene? (MARQUE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P3B) **P3C** ¿Cuáles de las funciones de la lista no son útiles para su empresa/institución? (MARQUE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P3C)

	P3A	P3B	P3C
ÁREA PROFESIONAL			
Diseño e instalación de redes meteorológicas	1	1	1
Tiempo Meteorológico: Pronóstico del tiempo	2	2	2
Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire	3	3	3
Monitoreo y análisis de calidad del aire	4	4	4
Peligro / Riesgo Terremotos	5	5	5
Peligro /Riesgo Tsunamis	6	6	6
Monitoreo de actividad volcánica	7	7	7
Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica	8	8	8
Exploración de Minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros	9	9	9
Exploración de Recursos Hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico.	10	10	10
Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos	11	11	11
Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos	12	12	12
Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos	13	13	13
Diseño e instalación de redes sísmológicas	14	14	14
Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica	15	15	15
ÁREA CIENTÍFICA			
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica	16	16	16
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS	17	17	17
Interpretación sísmotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas	18	18	18
Tomografía sísmológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica	19	19	19
Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos	20	20	20
Interpretación sísmotécnica	21	21	21
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica	22	22	22
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas	23	23	23
Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados	24	24	24
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	25	25	25
Análisis de pronóstico meteorológicos	26	26	26
Análisis de proyecciones de cambio climático	27	27	27
Análisis de predicciones climáticas estacionales	28	28	28
Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica	29	29	29
Análisis de pronóstico de calidad del aire	30	30	30
Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire	31	31	31
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	32	32	32
Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire	33	33	33
Evaluación de potencial eólico y/o solar	34	34	34
No sabe/ No responde	00	00	00

P4. ¿Cuáles funciones cree Ud. que puede o debe ejercer un geofísico que no están en esta lista? (ESCRIBA TEXTUAL LO QUE LE DIGAN HASTA 5)

A.		
B.		
C.		
D.		
E.		

No sabe..98 No responde..00 **NO LEER**

P5. (MOSTRAR TARJETA 2A y 2B) Ahora con las mismas funciones, que menciona que utiliza Ud. en su empresa /institución ¿Cuántas personas tiene Ud. hoy día trabajando en ellas? (ANOTE UN NUMERO PARA CADA FUNCIÓN MENCIONADA EN P3A ANOTAR AUNQUE SE TRATE DE LA MISMA PERSONA QUE DESEMPEÑA DISTINTAS FUNCIONES) SI NO MENCIONÓ ESA FUNCIÓN EN 3A MARCAR 0)

P6. (MOSTRAR TARJETA 1) Y ¿Qué profesión tienen esas personas que ejercen esas funciones hoy día en su empresa? (PREGUNTAR POR CADA UNA DE ELLAS. Y MARCAR UNA RESPUESTA PARA CADA UNA)

ÁREA PROFESIONAL	P5	P6
Diseño e instalación de redes meteorológicas	1	1
Tiempo Meteorológico: Pronóstico del tiempo	2	2
Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire	3	3
Monitoreo y análisis de calidad del aire	4	4
Peligro / Riesgo Terremotos	5	5
Peligro /Riesgo Tsunamis	6	6
Monitoreo de actividad volcánica	7	7
Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica	8	8
Exploración de Minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros	9	9
Exploración de Recursos Hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico.	10	10
Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos	11	11
Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos	12	12
Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos	13	13
Diseño e instalación de redes sísmológicas	14	14
Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica	15	15
ÁREA CIENTÍFICA		
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica	16	16
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS	17	17
Interpretación sísmotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas	18	18
Tomografía sísmológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica	19	19
Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos	20	20
Interpretación sísmotécnica	21	21
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica	22	22
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas	23	23
Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados	24	24
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	25	25
Análisis de pronóstico meteorológicos	26	26
Análisis de proyecciones de cambio climático	27	27
Análisis de predicciones climáticas estacionales	28	28
Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica	29	29
Análisis de pronóstico de calidad del aire	30	30
Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire	31	31
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	32	32
Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire	33	33
Evaluación de potencial eólico y/o solar	34	34
No sabe/ No responde	00	00

P7. (CON LA MISMA TARJETA 2) ¿Necesita Ud. más personal en alguna de esas funciones? (ESPERE RESPUESTA Y MARQUE UNA)

Si 1 (PASAR A P7A, P7B Y P7C)
 No 2 (SALTAR A P8)
 No sabe 0

SI CONTESTO SI EN P7:

P7AA ¿Tiene necesidades de personal a corto plazo? (De inmediato)

Si 1
 No 2
 No sabe 0

P4AB. ¿Cuántos trabajadores? _____

P4AC ¿En qué funciones? (ANOTE LOS CODIGOS DE LAS FUNCIONES MENCIONADAS)

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P4BA ¿Tiene necesidades de personal a mediano plazo?

Si 1
 No 2
 No sabe 0

P4BB. ¿Cuántos trabajadores? _____

P4BC ¿En qué funciones? (ANOTE LOS CODIGOS DE LAS FUNCIONES MENCIONADAS)

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P4CA ¿Tiene necesidades de personal a largo plazo? (5 años)

Si 1
 No 2
 No sabe 0

P4CB. ¿Cuántos trabajadores? _____

P4CC ¿En qué funciones? (ANOTE LOS CODIGOS DE LAS FUNCIONES MENCIONADAS)

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P8A. (MOSTRAR TARJETA 2A y 2B) De la lista de funciones, ¿Cuáles son las que más le interesarían para contratar un geofísico en su empresa?

P5B Y ¿Cuál función es la más necesaria para su empresa? (MOSTRAR TARJETA Y NOMBRAR HASTA 3)

ÁREA PROFESIONAL	P5A	P5B
Diseño e instalación de redes meteorológicas	1	1
Tiempo Meteorológico: Pronóstico del tiempo	2	2
Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire	3	3
Monitoreo y análisis de calidad del aire	4	4
Peligro / Riesgo Terremotos	5	5
Peligro /Riesgo Tsunamis	6	6
Monitoreo de actividad volcánica	7	7
Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica	8	8
Exploración de Minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros	9	9
Exploración de Recursos Hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico.	10	10
Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos	11	11
Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos	12	12
Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos	13	13
Diseño e instalación de redes sísmológicas	14	14
Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica	15	15

ÁREA CIENTÍFICA		
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica	16	16
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS	17	17
Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas	18	18
Tomografía sísmológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica	19	19
Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos	20	20
Interpretación sismotécnica	21	21
Diseño e instalación de redes sísmológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica	22	22
Procesamiento, modelación e interpretación de datos sísmológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas	23	23
Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados	24	24
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	25	25
Análisis de pronóstico meteorológicos	26	26
Análisis de proyecciones de cambio climático	27	27
Análisis de predicciones climáticas estacionales	28	28
Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica	29	29
Análisis de pronóstico de calidad del aire	30	30
Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire	31	31
Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico	32	32
Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire	33	33
Evaluación de potencial eólico y/o solar	34	34
No sabe/ No responde	00	00

P9. Independiente de sus necesidades actuales, ¿Cuáles son las 5 funciones más importantes para su empresa? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN HASTA 5)

A.		
B.		
C.		
D.		
E.		

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P10 ¿Cuáles son los profesionales más difíciles de conseguir? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		
D.		
E.		

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P11. ¿En qué funciones? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		
D.		
E.		

No sabe...98 No responde..00 **NO LEER**

P12. (MOSTRAR TARJETA 3) ¿De la siguiente lista de profesionales, cuáles son las más difíciles de conseguir? (MARQUE TODOS LOS QUE MENCIONE)

Física 1
 Ingeniería Física 2
 Ingeniería Civil 3
 Ingeniería Civil en Minas 4
 Geología 5
 Meteorólogo 6
 No sabe 8 **NO LEER**
 No responde 0

P13. Considerando las habilidades que Ud. necesita, ¿Cuáles son las mayores deficiencias que Ud. encuentra que tienen los profesionales al salir de la Universidad?. (ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P14A. (MOSTRAR TARJETA 4) De las siguientes habilidades, ¿Cuáles son las que se encuentran más frecuentemente en los profesionales (MARQUE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P14A)

P14B. Y ¿Cuáles son las que se encuentran menos frecuentemente en los profesionales? (MARQUE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P14B)

HABILIDADES	P14A	P14B
Conceptualizar problemas asociados a los temas expuestos en las funciones y desarrollar hipótesis de trabajo en grupos profesionales multidisciplinarios.	1	1
Diseñar y ejecutar campañas de adquisición de datos geofísicos de acuerdo a las hipótesis planteadas	2	2
Aplicar conocimientos teóricos para el procesamiento y modelación de datos geofísicos adquiridos	3	3
Interpretar los resultados de la modelación en función de los objetivos planteados originalmente, extraer conclusiones y plantear recomendaciones para trabajos futuros	4	4
Elaboración de informes técnicos	5	5
Dirigir y gestionar proyectos (diseño de proyectos para resolver problemas geofísicos, considerando la viabilidad socioeconómica, impacto ambiental, optimización de recursos humanos y económicos con criterios ético y de calidad)	6	6
Identificar competencias interpersonales y técnicas de cada uno de los miembros de su equipo, y asigna el rol para el cumplimiento de los objetivos.	7	7
No sabe /No responde	0	0

P15A. (MOSTRAR TARJETA 3)En el ámbito de las habilidades más allá del entrenamiento profesional cuáles de la siguiente lista son las más difíciles de encontrar? (ANOTE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P15A)

P15B. (CON LA MISMA TARJETA 3) Y ¿Cuáles son las más importantes para Ud. como empleador? (ANOTE TODAS LAS QUE MENCIONE EN P15B)

	P8A	P8B
Trabajo en equipo.....	1	1
Comunicación oral y escrita en español..	2	2
Comunicación oral y escrita en inglés..	3	3
Compromiso ético	4	4
Autoaprendizaje.....	5	5
No sabe.....	8	8
No responde.....	0	0

P16. ¿Cuál de las siguientes frases está más cerca de su manera de pensar? (ESPERE RESPUESTA Y MARQUE UNA)

Las Universidades hoy día saben entrenar a los profesionales relacionado con el área de la geofísica para insertarse en el mundo laboral..1
 Las universidades no saben entrenar a los profesionales relacionado con el área de la geofísica para insertarse en el mundo laboral..2
 No sabe.....8
 No responde.....0

P17. De todos los profesionales relacionados con el área de la geofísica que Ud. emplea, ¿Cuáles diría Ud. que son las Universidades que tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral? (ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P18. Basado en su experiencia con los profesionales que Ud. emplea para resolver problemas relacionados con la geofísica. ¿Cuáles son las Universidades que usted encuentra que tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral? (ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P19. Nos podría indicar cuál sería la redacción de un aviso de búsqueda de profesional en el ámbito de la geofísica que Ud. formularía? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P20. ¿Cuáles son sus canales habituales para contratar personal? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P21. ¿Cuáles son las fortalezas y Debilidades de los Titulados que Ud. contrata? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P22A. ¿Cuáles son las vacantes más fáciles de llenar? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P22B. ¿Cuáles son las vacantes más difíciles de llenar? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

A.		
B.		
C.		

No sabe..98 No responde..00 NO LEER

P23A. ¿Cuál diría Ud. que es el grado de dificultad de encontrar profesionales? Pensando en una escala de 1 a 10 donde 1 es "para nada difícil", y 10 es "totalmente difícil". ¿Dónde ubica Ud. la dificultad que Ud. tiene para encontrar a los profesionales que necesita en general? (ESPERE RESPUESTA Y MARQUE UNA)

Para nada difícil	Totalmente difícil										NS/NR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	

TARJETERO EMPRESAS

TARJETA 1: CARRERAS

FÍSICA

INGENIERÍA FÍSICA INGENIERÍA CIVIL

INGENIERÍA CIVIL EN MINAS GEOLOGÍA

METEORÓLOGO

TARJETA 2- A: FUNCIONES GEOFÍSICO I ÁREA PROFESIONAL

Tiempo y Calidad del Aire	Tiempo meteorológico	1 Diseño e instalación de redes meteorológicas
		2 Pronóstico del tiempo
	Calidad del Aire	3 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
		4 Monitoreo y análisis de calidad del aire
Evaluación de Riesgos Naturales	Peligro /Riesgo Sísmico	5 Terremotos: Estimación de peligro y riesgo asociado a la sismicidad como información para la planificación territorial, vulnerabilidad de infraestructura.
		6 Tsunami: modelamiento de altura máxima de ola (run-up), generación de mapas de inundación.
	Estudios Geofísicos para la evaluación de riesgo geológico	7 Actividad Volcánica: Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad volcánica. Modelación de sistemas hidrotermales y magmáticos utilizando magnetotelúrica.
		8 Evaluación de riesgo asociado a remociones en masa sísmica GPR (Ground Penetrating Radar, o Georadar).
Prospección de Recursos Naturales y Geotécnica	Exploración de Minerales	9 Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (Polarización Inducida, Magnetotelúrica (MT), etc.), métodos de potencial (magnetometría y gravimetría) y sísmica de reflexión y refracción para la exploración de recursos mineros.
	Exploración de recursos hídricos	10 Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (Sondaje Eléctrico Vertical, Transiente Electromagnético (TEM), Magnetotelúrica, etc.), métodos de potencial (gravimetría) y sísmica de reflexión y refracción para el estudio del potencial hídrico.
	Exploración de recursos energéticos	11 Hidrocarburos: Diseño, planificación y ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos de sísmica de reflexión y electromagnéticos para la exploración de reservorios de hidrocarburos.
		12 Geotérmicos: Ejecución de campañas geofísicas utilizando métodos electromagnéticos (MT, TEM etc.), métodos de potencial (magnetometría y gravimetría) y tomografía sísmica de fuente natural para la caracterización de reservorios geotérmicos.
		13 Solar y eólica: Diseño y ejecución de campañas y/o de redes de observación para determinar potencial eólico y solar, estimar persistencia de viento y radiación.
	Otras Funciones	14 Diseño e instalación de redes sismológicas
		15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica (modelos 2-D y 3-D de velocidades de onda, atenuación y parámetros elásticos)

TARJETA 2- B: FUNCIONES GEOFÍSICO II ÁREA CIENTÍFICA

Sismología y Geodesia	16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad sísmica
	17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
	18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
	19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
Geofísica Marina	20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos
	21 Interpretación sismotécnica
Vulcanología	22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad volcánica
	23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
	24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
Meteorología, Climatología y Calidad del aire	25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
	26 Análisis de pronóstico meteorológicos
	27 Análisis de proyecciones de cambio climático
	28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
	29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
	30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
	31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
	32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
	33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
	34 Evaluación de potencial eólico y/o solar

TARJETA 3:

FÍSICA INGENIERÍA FÍSICA INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL EN MINAS GEOLOGÍA
METEORÓLOGO

- Interpretar los resultados de la modelación en función de los objetivos planteados originalmente, extraer conclusiones y plantear recomendaciones para trabajos futuros.

TARJETA 4: HABILIDADES GEOFÍSICO

- Conceptualizar problemas asociados a los temas expuestos en las funciones y desarrollar hipótesis de trabajo en grupos profesionales multidisciplinarios.
- Diseñar y ejecutar campañas de adquisición de datos geofísicos de acuerdo a las hipótesis planteadas. Aplicar conocimientos teóricos para el procesamiento y modelación de datos geofísicos adquiridos.
- Interpretar los resultados de la modelación en función de los objetivos planteados originalmente, extraer conclusiones y plantear recomendaciones para trabajos futuros.
- Elaboración de informes técnicos
- Dirigir y gestionar proyectos (diseño de proyectos para resolver problemas geofísicos, considerando la viabilidad socioeconómica, impacto ambiental, optimización de recursos humanos y económicos con criterios ético y de calidad)
- Identificar competencias interpersonales y técnicas de cada uno de los miembros de su equipo, y asigna el rol para el cumplimiento de los objetivos.

TARJETA 5

Trabajo en equipo
 Comunicación oral y escrita en español Comunicación oral y escrita en inglés Compromiso ético
 Autoaprendizaje

TARJETA 6**PARA NADA
DIFÍCIL****TOTALMENTE
DIFÍCIL**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

LIBRO DE CÓDIGOS EMPRESAS

CARÁTULA

FOLIO

0000

NOMBRE DE ORGANIZACIÓN / INSTITUCIÓN / EMPRESA

00

CARGO DEL ENTREVISTADO 1

00

CARGO DEL ENTREVISTADO 2

00

TELÉFONO DEL ENTREVISTADO 1

00 0 00000000

TELÉFONO DEL ENTREVISTADO 2

00 0 00000000

EMAIL DEL ENTREVISTADO 1

EMAIL DEL ENTREVISTADO 2

DURA1. PREGUNTAS REALIZADAS ENTREVISTADO 1.

DESDE:00

DURA2. PREGUNTAS REALIZADAS ENTREVISTADO 1.

HASTA:00

DURB1. PREGUNTAS REALIZADAS ENTREVISTADO 2.

DESDE:00

DURB2. PREGUNTAS REALIZADAS ENTREVISTADO 2.

HASTA:00

SEXO A. SEXO ENTREVISTADO 1:

1. Hombre

2. Mujer

SEXO B. SEXO ENTREVISTADO 2:

1. Hombre

2. Mujer

EDAD A: EDAD ENTREVISTADO 1

00

EDAD B: EDAD ENTREVISTADO 2

00

ENSUP. ENTREVISTA SUPERVISADA

1. Si

2. No

ENC. Código Encuestador

0000

DIA. Día de realización

00

MES. Mes realización

09

INI. Hora inicio de entrevista (Hora se codifica de 0000 a 2359)

0000

TER. Hora de término entrevista (Hora se codifica de 0000 a 2359)

0000

SUP. Código Supervisión

TIPSUP. Tipo de Supervisión

1 Calidad

2 Carátula

0 No supervisada

COD. Código Codificador

00

DIG. Código Digitador

00

CUERPO CUESTIONARIO

P1. ¿Cuáles cree Ud. que son las funciones que puede cumplir un Geofísico?

(ANOTE TEXTUAL TODO LO QUE LE DIGAN HASTA 3)

- 01 Investigación (en general)
- 02 Asesoramiento
- 03 Metodología
- 04 Investigación y estudios en Geociencia
- 05 Investigación de anomalías
- 06 Diseño de experimentos y pruebas
- 07 Diseño de modelos (en general)
- 08 Cálculos y mediciones
- 09 Acumulación de antecedentes o datos
- 10 Análisis e interpretación de datos (en general)
- 11 Análisis de fallas
- 12 Análisis de datos meteorológicos
- 13 Elaboración de informes técnicos
- 14 Presentación de resultados
- 15 Estudios de riesgos sísmicos
- 16 Diseño de programas preventivos para sismos de magnitud
- 17 Geofísica aplicada a la minería
- 18 Geofísica aplicada a obras civiles
- 19 Geología: Caracterización y funciones de la tierra
- 20 Trabajo en terreno
- 21 Estimación de recursos energéticos
- 22 Desarrollo de sistemas de proyección y modelación meteorológica, orientados a estudios meteorológicos
- 23 Perfiles sísmicos de reflexión
- 24 FODA de una empresa
- 25 Recursos renovables
- 26 Estratigrafía
- 27 Docencia
- 28 Hidrogeología
- 29 Estructura de grandes movimientos de placas
- 30 Campañas de exploración minera
- 31 Elaboración de informes
- 32 Geotermia
- 33 Hidrocarburos

- 98 No sabe
- 00 No responde

P2. Le mostraré una lista de profesionales, me puede decir, ¿cuántos tiene Ud. de cada uno de ellos, contratado actualmente?

- A. Física
- B. Ingeniería Física
- C. Ingeniería Civil
- D. Ingeniería Civil en Minas
- E. Geología
- F. Meteorólogo

P3A. Y ahora le mostraré una lista de funciones y tareas que puede ejecutar un profesional. ¿cuáles de estas funciones utiliza Ud. en esta empresa/institución hoy día?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro / Riesgo Terremotos
- 06 Peligro / Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos
- 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14 Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticosmarinos
- 21 Interpretación sismotécnica
- 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
- 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
- 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26 Análisis de pronóstico meteorológico
- 27 Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
- 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
- 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar
- 00 No sabe / No responde.

P4. ¿Cuáles funciones cree Ud. que puede o debe ejercer un geofísico que no están en esta lista?
(ESCRIBA TEXTUAL LO QUE LE DIGAN HASTA 5)

Procesamiento de datos
Armado de modelos integrales (Modelamiento de datos)
Análisis e interpretación de observaciones meteorológicas (satelitales) Interpretación de resultados
Hidrogeología
Análisis de sistemas hidrológicos Modelación de sistemas hidrológicos
Trabajo multidisciplinario
Aplicación de la Geofísica en obras civiles
Gestión
Planificación y ordenamiento territorial
Exploración arqueológica
Topografía Sismicidad inducida
Apoyo de estudios ambientales
Área de capacitación y comunicación
Estructura con infraestructura civil

98 No sabe
No responde

P5. Ahora con las mismas funciones que menciono que utiliza Ud. en su empresa/institución, ¿cuántas personas tiene Ud. hoy día trabajando en ellas? Diseño e instalación de redes meteorológicas

No aplicable
00 No sabe/No responde

P6B. ¿Qué profesión tienen esas personas que ejercen esas funciones hoy día en su empresa?

01 Físico
02 Ingeniero Civil
03 Ingeniero Civil en Minas
04 Geólogo
05 Meteorólogo
06 Geofísico
07 Geomático
08 Vulcanólogo
09 Ingeniero
10 Ingeniero Eléctrico
11 Ingeniero Civil Eléctrico
12 Informático
13 Ingeniero Ambiental
14 Ingeniero Físico
15 Ingeniero Forestal

99 No aplica
00 No responde

P7AA. ¿Tiene necesidades de personal a corto plazo? (De inmediato)

1. Si
2. No

99 No aplica
0 No sabe/No responde

P7AB. ¿Cuántos trabajadores?

99 No aplica
00 No sabe / No responde

P7AC. ¿En qué funciones?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro/Riesgo Terremotos
- 06 Peligro/Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos
- 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14 Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticosmarinos
- 21 Interpretación sismotécnica
- 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
- 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
- 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26 Análisis de pronóstico meteorológico
- 27 Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
- 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire

- 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar
- 35 Geofísica
- 36 Geofísica Marina
- 37 Geología
- 38 Geotecnia
- 39 Ingenieros en computación / Informáticos
- 40 Ingenieros Eléctricos
- 41 Doctorados en Geofísica
- 42 Doctorados en Geología
- 43 Doctorados en Psicología
- 44 Doctorados en Ingeniería Civil
- 45 Doctorados en Ingeniería Eléctrica
- 46 Adquisición de datos
- 47 Procesamiento de datos
- 48 Análisis e interpretación de datos
- 50 Meteorología
- 51 Cambio climático
- 52 Estudios / investigación

- 99 No aplica
- 98 No sabe
- 00 No responde

P7BA. ¿Tiene necesidades de personal a mediano plazo?

- 1. Si
- 2. No

- 99 No aplica
- 0 No sabe

P7BB. ¿Cuántos trabajadores?

- 99 No aplica
- 00 NS/NR

P7BC. ¿En qué funciones?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro / Riesgo Terremotos
- 06 Peligro / Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos

- 13** Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14** Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15** Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16** Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17** Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18** Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19** Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20** Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticosmarinos
- 21** Interpretación sismotécnica
- 22** Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23** Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de ladeformación de las rocas
- 24** Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales ymagmáticos asociados
- 25** Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26** Análisis de pronóstico meteorológico
- 27** Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28** Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29** Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30** Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31** Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
- 32** Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33** Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
- 34** Evaluación de potencial eólico y/o solar
- 35** Geofísica
- 36** Geofísica Marina
- 37** Geología
- 38** Geotecnia
- 39** Ingenieros en computación e informática
- 40** Ingeniería Eléctrica
- 41** Doctorados en Geofísica
- 42** Doctorados en Geología
- 43** Doctorados en Psicología
- 44** Doctorados en Ingeniería Civil
- 45** Doctorados en Ingeniería Eléctrica
- 46** Adquisición de datos
- 47** Procesamiento de datos
- 48** Análisis e interpretación de datos
- 50** Meteorología
- 51** Cambio climático
- 52** Estudios / investigación

- 98** No sabe
- 99** No aplica
- 00** No responde

P7CA. ¿Tiene necesidades de personal a largo plazo? (5 años)

1. Si
2. No

99 No aplica

0 No sabe/No responde

P7CB. ¿Cuántos trabajadores?

99 No aplica

00 NS / NR

P7CC. ¿En qué funciones?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro / Riesgo Terremotos
- 06 Peligro / Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos
- 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14 Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticosmarinos
- 21 Interpretación sismotécnica
- 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
- 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
- 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26 Análisis de pronóstico meteorológico
- 27 Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire

- 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
- 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar
- 35 Geofísica
- 36 Geofísica Marina
- 37 Geología
- 38 Geotecnia
- 39 Ingenieros en computación e informática
- 40 Ingeniería Eléctrica
- 41 Doctorados en Geofísica
- 42 Doctorados en Geología
- 43 Doctorados en Psicología
- 44 Doctorados en Ingeniería Civil
- 45 Doctorados en Ingeniería Eléctrica
- 46 Adquisición de datos
- 47 Procesamiento de datos
- 48 Análisis e interpretación de datos
- 50 Meteorología
- 51 Cambio climático
- 52 Estudios/investigación

- 98 No sabe
- 99 No aplica
- 00 No responde

P8A. De la lista de funciones, ¿cuáles son las que más le interesarían para contratar un geofísico en su empresa?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro / Riesgo Terremotos
- 06 Peligro / Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos
- 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14 Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticosmarinos

- 21 Interpretación sismotécnica
- 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
- 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados
- 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26 Análisis de pronóstico meteorológico
- 27 Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
- 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
- 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar

- 99 No aplica
- 00 No sabe / No responde.

P8B. ¿Cuál función es la más necesaria para su empresa?

- 01 Diseño e instalación de redes meteorológicas
- 02 Tiempo meteorológico: Pronóstico del tiempo
- 03 Diseño e instalación de estaciones de calidad de aire
- 04 Monitoreo y análisis de calidad de aire
- 05 Peligro / Riesgo Terremotos
- 06 Peligro/Riesgo Tsunamis
- 07 Monitoreo de actividad volcánica
- 08 Evaluación de riesgo geológico asociado a las remociones en masa sísmica
- 09 Exploración de minerales campañas geofísicas para la exploración de recursos mineros
- 10 Exploración de recursos hídricos campañas geofísicas para estudios de potencial hídrico
- 11 Exploración de recursos energéticos: Hidrocarburos
- 12 Exploración de recursos energéticos: Geotérmicos
- 13 Exploración de recursos energéticos: Solar y/o eólicos
- 14 Diseño e instalación de redes sismológicas
- 15 Tomografía sísmica de fuente artificial para estudios de geotectónica y geodinámica
- 16 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad sísmica
- 17 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS
- 18 Interpretación sismotécnica y modelado de parámetros de fuentes sísmicas
- 19 Tomografía sismológica de fuente natural para estudios de geotectónica y geodinámica
- 20 Procesamiento, modelación e interpretación de datos batimétricos, sísmicos, gravimétricos, y magnéticos marinos
- 21 Interpretación sismotécnica
- 22 Diseño e instalación de redes sismológicas y GPS para monitoreo de actividad volcánica
- 23 Procesamiento, modelación e interpretación de datos sismológicos y de GPS para la estimación de la deformación de las rocas
- 24 Utilización de métodos electromagnéticos para la caracterización de sistemas hidrotermales y magmáticos asociados

- 25 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 26 Análisis de pronóstico meteorológico
- 27 Análisis de proyecciones de cambio climático
- 28 Análisis de predicciones climáticas estacionales
- 29 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
- 30 Análisis de pronóstico de calidad del aire
- 31 Diseño e implementación de sistemas de observación de calidad del aire
- 32 Implementación de sistemas de pronóstico meteorológico
- 33 Implementación de sistemas de pronóstico de calidad del aire
- 34 Evaluación de potencial eólico y/o solar

99 No aplica

00 No sabe / No responde.

P9. Independiente de sus necesidades actuales, ¿cuáles son las 5 funciones más importantes para su empresa? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN HASTA 5)

Planificación de estudios
 Ensayos de laboratorios
 Recolección de datos
 Procesamiento de datos
 Procesamiento de datos en GPS
 Modelación
 Análisis del suelo
 Análisis de imágenes satelitales
 Análisis, planificación e interpretación de recursos en áreas silvestres protegidas
 Diseño e o instalación de redes sismológicas
 Diseño y planificación de campañas geofísicas
 Diseño, planificación y ejecución de obras civiles
 Estudios de impacto ambiental
 Estudios geofísicos de caracterización geotécnica
 Estudios geofísicos de superficie para la evaluación de riesgos naturales
 Estudios hidrogeológicos
 Evaluación riesgos
 Pronósticos de evaluación
 Peligro / Riesgo Terremotos
 Peligro / Riesgo Tsunami
 Peligro / Evaluación de riegos Volcánicos
 Evaluación de recursos naturales
 Procesamiento de datos sismológicos
 Sismología
 Peligro / Evaluación de riesgos geológicos
 Identificación de zonas de interés
 Exploración de recursos naturales
 Gestión de bancos de datos meteorológicos
 Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
 Gestión de proyectos
 Campañas de prospección geotécnica
 Innovación y desarrollo del área

Trabajo interdisciplinario
Interpretación de resultados
Interpretación en Geociencia
Mediciones electromagnéticas
Metalurgia
Trabajo y fiscalización minera
Implementación de sistemas para el análisis de pronósticos meteorológicos
Revisión de informes técnicos
Hidrocarburos
Geofísica
Geología
Geotermia
Geodesia
Ingeniería geotécnica
Electromagnéticos
Matimétrico
La seguridad
Diseño e instalación e instalación de redes sismológicas y GPS orientadas al monitoreo de actividad sísmica.
Interpretación sísmica para Tsunami
Gestión
El Diseño
La ejecución
Diseño e implementación de sistemas de observación meteorológica
Ingeniero de proyecto
Instalación y mantenimiento de equipos e instrumentos meteorológicos
Peligro/Riego de terremoto
Conocimientos en GPS

98 No sabe

00 No responde

P10 ¿Cuáles son los profesionales más difíciles de conseguir?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Ninguno, no es difícil conseguir profesionales

Geofísicos

Geólogos

Geotécnicos

Analistas fotoareométricos

Oceanógrafos

Ingenieros civiles oceánicos

Hidrogeólogos

Ingenieros civiles hidráulicos

Ingenieros eléctricos

Ingenieros civiles eléctricos

Ingenieros especialistas Scada

Doctorados en sismología

Meteorólogos

Programadores

Especialistas en modelación numérica

Supervisores de terreno

Profesionales con experiencia
Economistas
Área de manejo del agua

98 No sabe
99 No aplica
No responde

P11. ¿En qué funciones? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Alarma de Maremoto
Labores de vigilancia (Alerta temprana)
Análisis de datos
Desarrollo de ingeniería básica y afinación de proyectos
Exploración de recursos energéticos
Generación de modelos geométricos
Geofísica aplicada
Implementación de tecnología
Interpretación de datos
Área de investigación / estudios
Jefe Operativo Nacional Batimetría
Proyectos hidrográficos
Modelamiento de Tsunamis
Modelamiento hidrogeológico
Modelamiento de acuíferos Monitoreo de acuíferos
Potencial marino
Pronósticos
Prospección de recursos naturales
Exploración de recursos hídricos
Redes de monitoreo
Seguridad minera
Sísmica marina
Trabajo en terreno
Asesoría
Proyecciones de consumo eléctrico
Estructuras mineras superficiales y profundas
Desarrollo

98 No sabe
00 No responde

P12. De la siguiente lista de profesionales, ¿Cuáles son las más difíciles de conseguir?

1 Físico
2 Ingeniero Físico
3 Ingeniero Civil
4 Ingeniero Civil en Minas
5 Geólogo
6 Meteorólogo

8 No sabe
0 No responde

P13. Considerando las habilidades que Ud. necesita, ¿Cuáles son las mayores deficiencias que Ud. encuentra que tienen los profesionales al salir de la Universidad? (ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Manejo de idiomas
 Elaboración de informes
 Manejo de Software / Conocimiento informático
 Habilidades blandas
 Trabajo bajo presión
 Vocación y compromiso
 Conocimiento sistémico
 Conocimiento práctico / Falta de experiencia
 Capacidad de administración, gestión y liderazgo
 Capacidad para adaptarse
 Conocimiento interdisciplinario

98 No sabe
 No responde

P14A. De las siguientes habilidades, ¿cuáles son las que se encuentran más frecuentemente en los profesionales?

1. Conceptualizar problemas asociados a los temas expuestos en las funciones y desarrollar hipótesis de trabajo en grupos profesionales multidisciplinarios
2. Diseñar y ejecutar campañas de adquisición de datos geofísicos de acuerdo a las hipótesis planteadas
3. Aplicar conocimientos teóricos para el procesamiento y modelación de datos geofísicos adquiridos
4. Interpretar los resultados de la modelación en función de los objetivos planteados originalmente, extraer conclusiones y plantear recomendaciones para trabajos futuros
5. Elaboración de informes técnicos
6. Dirigir y gestionar proyectos (diseño de proyectos para resolver problemas geofísicos, considerando la viabilidad socioeconómica, impacto ambiental, optimización de recursos humanos y económicos con criterios ético y de calidad)
7. Identificar competencias internacionales y técnicas de cada uno de los miembros de su equipo, y asignar el rol para el cumplimiento de los objetivos

0 No sabe/No responde.

P14B. Y, ¿Cuáles son las que se encuentran menos frecuentemente en los profesionales?

1. Conceptualizar problemas asociados a los temas expuestos en las funciones y desarrollar hipótesis de trabajo en grupos profesionales multidisciplinarios
2. Diseñar y ejecutar campañas de adquisición de datos geofísicos de acuerdo a las hipótesis planteadas
3. Aplicar conocimientos teóricos para el procesamiento y modelación de datos geofísicos adquiridos
4. Interpretar los resultados de la modelación en función de los objetivos planteados originalmente, extraer conclusiones y plantear recomendaciones para trabajos futuros
5. Elaboración de informes técnicos

6. Dirigir y gestionar proyectos (diseño de proyectos para resolver problemas geofísicos, considerando la viabilidad socioeconómica, impacto ambiental, optimización de recursos humanos y económicos con criterios ético y de calidad)

7. Identificar competencias internacionales y técnicas de cada uno de los miembros de su equipo, y asignar el rol para el cumplimiento de los objetivos

0 No sabe / No responde.

P15A. En el ámbito de las habilidades, más allá del entrenamiento profesional, ¿Cuáles de la siguiente lista son las más difíciles de encontrar?

1. Trabajo en equipo
2. Comunicación oral y escrita en español
3. Comunicación oral y escrita en inglés
4. Compromiso ético
5. Autoaprendizaje

8. No sabe

0. No responde.

P15B. Y, ¿cuáles son las más importantes para Ud. como empleador?

1. Trabajo en equipo
2. Comunicación oral y escrita en español
3. Comunicación oral y escrita en inglés
4. Compromiso ético
5. Autoaprendizaje

8 No sabe

No responde.

P16. ¿Cuál de las siguientes frases está más cerca de su manera de pensar?

1. Las Universidades hoy día saben entrenar a los profesionales relacionado con el área de la geofísica para insertarse en el mundo laboral.
2. Las Universidades no saben entrenar a los profesionales relacionado con el área de la geofísica para insertarse en el mundo laboral.

8 No sabe

0 No responde.

17. De todos los profesionales relacionados con el área de la geofísica que Ud. emplea, ¿Cuáles diría Ud. que son las Universidades que tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral?

(ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Universidad de Chile
 Universidad de Concepción Universidad del Norte
 Pontificia Universidad Católica de Chile
 Universidad Santa María
 Universidad Católica Valparaíso
 Ninguna Universidad Universidad de Santiago

No sabe

No responde

P18. Basado en su experiencia con los profesionales que Ud. emplea para resolver problemas relacionados con la geofísica, ¿cuáles son las Universidades que usted encuentra que tienen mejor entrenamiento para el mundo laboral? (ESPERE RESPUESTA Y ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Universidad de Chile
Universidad de Concepción
Pontificia Universidad Católica de Chile
Universidad Santiago
Ninguna

98 No sabe

00 No responde

P19. Nos podría indicar, ¿cuál sería la redacción de un aviso de búsqueda de profesional en el ámbito de la geofísica que Ud. formularía? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Profesionales con experiencia académica y/o profesional en un área específica
Profesionales jóvenes, comprometidos, responsables y proactivos, con manejo del idioma inglés y español, tanto oral como escrito
Profesionales con sólida formación y/o con experiencia para integrar equipos de trabajo multidisciplinario en para investigaciones aplicadas y desarrollo e innovación de tecnologías
Profesionales con experiencia en el procesamiento, análisis e interpretación de datos
Profesionales expertos/especialistas en...
Profesionales con habilidades en gestión y coordinación
Profesional con conocimientos en ciencias de la tierra y experiencia en terreno
Profesionales titulados de una universidad en particular

98 No sabe

No responde

P20. ¿Cuáles son sus canales habituales para contratar personal?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Recomendaciones / Contactos
Avisos en internet
LinkedIn
Avisos en periódicos
Por recomendación o contrato con docentes universitarios
Concursos públicos
Concursos internacionales
Head-Hunters
A través del departamento de comunicaciones
A través de Recursos Humanos
A través de una empresa externa
Por portal propio

98 No sabe

00 No responde

P21. ¿Cuáles son las fortalezas y Debilidades de los Titulados que Ud. contrata?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Compromiso y responsabilidad
 Trabajo bajo presión
 Compromiso con la empresa
 Competentes en su área
 Dirección y gestión de proyectos
 Formación básica en materias de la geología
 Comunicación oral y escrita, tanto en español como en inglés
 Conocimiento técnico
 Vocación y voluntad
 Autonomía/proactividad
 Relaciones interpersonales y trabajo en equipo
 Elaboración de informes
 Conocimiento práctico
 Organización de actividades de terreno
 Desconocimiento del funcionamiento del sector público
 Falta de experiencia
 Capacidad analítica
 Gestión

98 No sabe**00** No responde**P22A. ¿Cuáles son las vacantes más fáciles de llenar?**

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Todas las vacantes son fáciles de llenar.
 Oceanógrafos
 Administrativas
 Profesionales
 Ingenierías
 Ingenieros en Computación e Informática
 Ingenieros en gestión
 Geólogos
 Laboratoristas
 Profesionales jóvenes
 Técnicos operadores de equipos
 Electrónicos
 Proyectistas
 Procesamiento de datos
 Ninguna vacante es fácil de llenar
 Geógrafos

98 No sabe**00** No responde

P22B. ¿Cuáles son las vacantes más difíciles de llenar? (ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN)

Cargos de terreno
Geofísicos
Oceanógrafos
Hidrogeólogos
Meteorólogos
Ingenieros en computación e informática / Programadores
Especialistas / Expertos
Ingenieros con experiencia
Área de Mantenimiento
Ingenieros eléctricos
Área técnica
Geógrafo
Geotécnico

98 No sabe

00 No responde

P23A. ¿Cuál diría Ud. que es el grado de dificultad de encontrar profesionales? Pensando en una escala de 1 a 10, donde 1 es “para nada difícil” y 10 es “totalmente difícil”. ¿Dónde ubica Ud. la dificultad que Ud. tiene para encontrar a los profesionales que necesita en general?

01 Para nada difícil

10 Totalmente difícil

00 NS/NR.

P23B. ¿Y con la misma escala en el ámbito de la geofísica, dónde se ubicaría?

01 Para nada difícil

10 Totalmente difícil

00 NS/NR.

P24. ¿Cuáles son las áreas y aspectos más difíciles?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN).

Habilidades blandas comprobadas
Competencias y habilidades computacionales
Capacidad analítica
Comunicación oral y escrita
Desarrollo de nuevas tecnologías
Dinámica de suelos
Dirección y gestión de proyectos geofísicos
Entrenamiento en geofísica
Experiencia en minería
Especialista / Expertos
Gente con experiencia profesional
Geociencia
Geofísica aplicada
Geotermia
Hidrogeología

Implantación de tecnologíasIngeniería
 Interconexiones
 Operaciones
 Prospección de recursos naturales
 Conocimientos en dirección de proyectos
 Seguridad
 Levantamiento y procesamiento de datos
 Trabajo holístico e interdisciplinario
 Remuneraciones / Sueldos
 Geólogos

98 No sabe

00 No responde

P25. ¿Y las áreas y aspectos más fáciles?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN) No hay áreas y aspectos fáciles

Administración
 Área de Tsunami Conocimiento técnico
 Experticia en minería y metalurgia
 Geología regional
 Geotécnica convencional
 Interpretación
 Procesamiento de datos Sismología
 Trabajo de campo para levantamiento de datos geofísicos
 Trabajo en equipo
 Estadística
 Cumplimiento de los requisitos legales de la Administración Pública
 Autoaprendizaje
 Servicios generales

98 No sabe

00 No responde

P26. Cómo aborda Ud. estas brechas entre lo que ofrecen las universidades y lo que Ud. requiere?

(ANOTE TEXTUAL LO QUE LE DIGAN).

A través de un proceso riguroso de selección
 Buscando profesionales con buena disposición para aprender
 A través de cursos y/o diplomados
 Entrenamiento
 A través de contactos y referencias académicas
 Capacitación dentro de la propia empresa
 Más terreno
 Ofreciendo buenas remuneraciones
 Contratando profesionales extranjeros

98 No sabe

00 No responde

S4. ¿Qué estudios ha realizado? ¿Cuál es el último año cursado? (ENTREVISTADOR, ANOTE TODO LO QUE LE DIGAN Y PRUEBE) Escuela técnica de qué, instituto de qué, etc.) (ANOTAR AÑO).

Bachillerato en Geofísica
Diploma en Ingeniería Ambiental
Diploma en Dirección Estratégica y Financiera
Doctorado Ciencias de la Tierra
Doctorado en Geofísica
Doctorado en Gestión de Empresas
Doctorado en Sismología y Física al Interior de la Tierra
Doctorado Geología
Estructura y Geotecnia
Ingeniería Civil con Mención en EstructuralIngeniería
Ingeniería Civil Industrial
Ingeniería Electrónica
Ingeniería en RRHH
Ingeniería Forestal
Ingeniería
Prevención de Riesgo
Ingeniería Civil
Licenciatura en Física
Licenciatura en Geofísica
Maestría en Ciencias Naturales y Marítimas Guerra Naval
Magister en Geofísica
Magister en Gestión de Empresas
Magister en Mecánica de Suelos
Magíster en RRHH y Desarrollo Organizacional
Magister Gestión Estratégica y Comportamiento Organizacional
Magister Telecomunicaciones
Oceanógrafo
Posgrado en geofísicaPsicología
Trabajo Social
Geología
Master en Administración y Gestión de RRHH
Doctorado en Ingeniería Civil Eléctrica Master en Hidrogeología
Diplomado en Control de Gestión

No responde

S5. Cargo que ocupa en la Empresa (ANOTAR COMPLETO, TEXTUAL A LO QUE DIGA)

Dueño (a)
Co-socio (a)
Gerencia
Jefatura
Directivo
Administrativo
RRHH
Geofísico
Geofísico senior
Psicóloga
Coordinación

S1. Sexo del entrevistado.

1. Masculino
2. Femenino.

S2. ¿Qué edad tenía en su último cumpleaños?

- 97 97 años o más
- 98 No sabe
- 99 No contesta.

S3. ¿A qué edad terminó Ud. su educación? (educación de tiempo completo)

- 97 No estudio
- 98 No recuerda
- 00 No responde.

S6. Años de experiencia en el cargo

- 98 No recuerda
- 00 No responde.

S7. Año en que entró a la empresa.

- 98 No recuerda
- 00 No responde.

S8. Nombre de la empresa o Institución

- 01 Ministerio de Energía
- 02 SHOA
- 03 Geodatos
- 04 Golder
- 05 Geo Exploraciones S.A.
- 06 Universidad de Chile 07 Enel Green Power
- 07 Energía Andina
- 08 CODELCO
- 09 Wellfield
- 10 CONAF
- 11 Dirección Meteorológica
- 12 Idem
- 13 IM2
- 14 Centro de Sismología de la Universidad de Chile
- 16 Modelación Ambiental
- 17 Difrol
- 18 Arcadis
- 19 Transmark
- 20 Sernageomin
- 21 GTNLA
- 22 Micomo
- 23 ERDEBEN
- 24 E-Mining
- 25 Ageos
- 26 Meteodato
- 27 GRS Chie Ltda.

Cuestionario Ex Alumnos

CUESTIONARIO EX ALUMNOS GEOFÍSICA

P1. ¿Qué programa de estudios realizó? **(ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA)**

- Licenciatura en Geofísica 1
 Magíster en Geofísica 2
 Ambos 3

P2. ¿Cuántos meses después de egresar y titularse comenzó a trabajar? **(ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA)**

- Menos de 3 meses 1
 Entre 3 y 6 meses 2
 Entre 6 meses y un año 3
 Más de un año 4
 No sabe/ No recuerda 8

P3. ¿Dónde está trabajando actualmente?

--	--	--

P3. ¿Cuánto tiempo de antigüedad tiene en su actual trabajo?

--	--	--

P4. ¿Cuántos trabajos ha tenido desde que egresó o se tituló de la licenciatura o magíster?

--	--	--

P5. ¿Qué funciones cumple en su actual trabajo? **(ENUMERE LAS FUNCIONES Y DESCRIBALAS BREVEMENTE, UNA POR LINEA)**

A.		
B.		
C.		

P6. ¿Las funciones que cumple están relacionadas directamente con lo que Ud. estudió o no se relaciona? **(ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA)**

- Si 1
 No 2

P7. Dependiendo de lo que contestó anteriormente: ¿En qué se relaciona? ¿Por qué se relaciona? o ¿En que no se relaciona? ¿Por qué no se relaciona? **(DESCRIBA AQUELLO QUE CONSIDERA QUE USTED HACE EN SU TRABAJO Y QUE SE RELACIONA O NO CON LO QUE ESTUDIÓ)**

A.		
B.		
C.		

P8. ¿Las habilidades que desarrolló durante la formación en la carrera de Geofísica son adecuadas para el trabajo que realiza? **(ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA)**

Si..... 1
 No 2

P9. Dependiendo de lo que contestó anteriormente: ¿En qué lo son? ¿Por qué lo son? o ¿En qué no lo son? ¿Por qué no lo son? **(DESCRIBA AQUELLAS HABILIDADES QUE CONSIDERA FUERON O NO DESARROLLADAS DURANTE SU FORMACIÓN Y QUE SON ADECUADAS O INADECUADAS HOY EN EL TRABAJO QUE REALIZA)**

A.		
B.		
C.		

P10. ¿Qué habilidades o conocimientos cree Ud. que le faltaron para cumplir mejor el trabajo que realiza ahora? **(DESCRIBA EN DETALLE HABILIDADES, CONOCIMIENTOS, PROCEDIMIENTOS U OTROS QUE SIENTA COMO DEBILIDADES EN SU QUEHACER LABORAL)**

A.		
B.		
C.		

P11. ¿Cómo buscó o busca trabajo? Anote los pasos que siguió o sigue en su búsqueda **(ESCRIBA CON DETALLE SU EXPERIENCIA)**

--	--

P12. ¿Dónde buscó o ha buscado trabajo? Anote el listado de lugares asociados a su profesión donde buscó trabajo al egresar de su carrera **(UNA INSTITUCIÓN ORGANIZACIÓN O EMPRESA POR CUADRO)**

A.		
B.		
C.		
D.		
E.		

P13. Dependiendo del programa que cursó, ¿La Licenciatura o Magíster en Geofísica cumplió con sus expectativas? ¿mejor igual o peor de lo que esperaba?

Igual..... 1
 Mejor..... 2
 Peor 3

P14. Para aquellos que estudiaron la Licenciatura: ¿Cuándo tomó la decisión de estudiar Geofísica? Antes de entrar a la Universidad o después de entrar al plan común de Ingeniería?

Antes de entrar a la Universidad 1

Después del plan común de Ingeniería 2

P15. ¿De la siguiente lista de ubicación en prioridad, cuál fue la que tuvo Ud. al momento de seleccionar Geofísica como área de estudios? Ya sea como licenciatura, o como programa de magister **(MARQUE UNA)**

Primer lugar 1

Segundo lugar 2

Tercer lugar 3

P16. De los siguientes criterios, ¿Cuáles son importantes a la hora de decidir estudiar Geofísica? **(MARQUE TODOS LOS QUE QUIERA)**

Remuneración 1

Satisfacción profesional 2

Prestigio 3

Status 4

Relaciones personales/Redes 5

Otros 6

P17. Ya sea como estudiante del programa de licenciatura o de magister ¿Qué sugerencias le haría a la escuela ahora que está trabajando, para mejorar su posibilidad de obtener un buen empleo como geofísico? **(PIENSE EN CONSEJOS ACADÉMICOS, LABORALES U OTROS QUE PUDIERAN SER DE UTILIDAD A FUTUROS ESTUDIANTES)**

--	--

P18. ¿Ahora que está trabajando, qué información con respecto a la carrera cree Ud. que le habría sido útil al momento de tomar su decisión de la especialidad que estudió? **(PIENSE EN CUALQUIER TIPO DE INFORMACIÓN QUE PUDIERA SER DE UTILIDAD A FUTUROS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA O DE MAGÍSTER)**

--	--

P19. Si tuviera que elegir de nuevo ¿Volvería a estudiar Licenciatura o Magister en Geofísica?

Si 1

No 2

P20. Dependiendo de lo que contestó anteriormente, ¿Por qué volvería a estudiar geofísica? ¿Por qué NO volvería a estudiar geofísica?

--	--

LIBRO DE CÓDIGOS EX ALUMNOS**EmailAddress. Dirección de correo electrónico**

angebahamondes@udec.cl
 caro.honores@gmail.com
 evera@dgf.uchile.cl
 gianinameneses.p@gmail.com
 centermendez@gmail.com
 jaime.araya.vargas@gmail.com
 kigarcias@gmail.com
 amonteci@dgeo.udec.cl
 camilo@rada.cl
 diegogonzalezvidal@gmail.com
 dielobos@udec.cl
 erisanchez@udec.cl
 bernhardlopez@yahoo.com
 claudiobravo@yahoo.es
 nataliaazares@udec.cl
 alondracastro@udec.cl
 fgonzalr@ing.uchile.cl
 jaquelineanbarr@udec.cl
 ronda@dgf.uchile.cl
 herivas@ing.uchile.cl
 cristianmc@gmail.com
 piajsaez@gmail.com
 emiliobravo.ur@gmail.com
 cconejergarcia@gmail.com
 centermendez@gmail.com
 ramos@gfz-potsdam.de
 carpена@udec.cl
 carlosferrera91@gmail.com
 paui.jarpa@gmail.com
 n.almonacidv@gmail.com j
 omieres@gmail.com
 gorojas.dgeo@gmail.com
 aardids@gmail.com
 centermendez@gmail.com
 valeriacr@ing.uchile.cl
 jjaragom@ing.uchile.cl
 sbarrien@dgf.uchile.cl
 braianvb@hotmail.com
 econtreras@dgf.uchile.cl
 sepulvedalema@gmail.com
 seriquel@ing.uchile.cl
 sruiz@cec.uchile.cl
 matiasegan@gmail.com
 aperez@dgf.uchile.cl
 carcasti@cec.uchile.cl
 ddiaz@dgf.uchile.cl
 andrei@dgf.uchile.cl
 jruijz@dgf.uchile.cl
 ramenabarm@hotmail.com
 Alejandra.mm@gmail.com
 luisvillegassegura@gmail.com
 jaime@dgf.uchile.cl
 roestay@ing.uchile.cl
 pmanriquez@csn.uchile.cl
 nhuneus@dgf.uchile.cl
 r.contreras.arratia@gmail.
 compatoledo@ing.uchile.cl
 dcomte@dgf.uchile.cl
 secontre@cec.uchile.cl
 mpardo@dgf.uchile.cl

Cuerpo del Cuestionario**P1. ¿Qué programa de estudios realizó?**

(ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVASELECCIONADA).

- 1 Licenciatura en Geofísica
- 2 Magíster en Geofísica
- 3 Ambos
- 0 No responde

P2. ¿Cuántos meses después de egresar y titularse comenzó a trabajar?

(ENCIERRE EN UNCIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA).

- 1 Menos de 3 meses
- 2 Entre 3 y 6 meses
- 3 Entre 6 meses y un año
- 4 Más de un año
- 8 No sabe/No recuerda

0 No responde

P3. ¿Dónde está trabajando actualmente?

- 01 Universidad de Chile
- 02 Universidad del Bío-Bío
- 03 Universidad de Concepción
- 04 Universidad Andrés Bello
- 05 University of British Columbia
- 06 University of Manchester
- 07 Ecole Normale Supérieure
- 08 ISTERre, Universidad de Grenoble
- 09 Freie Universität Berlin
- 10 Instituto de Innovación en Minería y Metalurgia
- 11 Centro Sismológico Nacional
- 12 Metodata Ltda.
- 13 Golder Associates S.A.
- 14 Advanced Mining Technology Center
- 15 CODELCO
- 16 Wellfield Services Ltda.
- 17 Aquaterra Ltda.
- 18 Deutsches GeoForschungsZentrum
- 19 AGEOS Ltda.
- 20 Southernrock geophysics
- 21 Sernageomin
- 22 Consultor/Independiente

98 No sabe

00 No responde

P4. ¿Cuánto tiempo de antigüedad tiene en su actual trabajo?

- 1 Menos de 1 año
- 2 Menos de 2 años
- 3 Menos de 5 años
- 4 Menos de 10 años
- 5 Menos de 15 años
- 6 Menos de 26 años
- 7 Más de 37 años
- 8 Nunca ha trabajado

0 No responde

P5. ¿Cuántos trabajos ha tenido desde que egresó o se tituló de la licenciatura o magíster?
(PREGUNTA ABIERTA)

P6. ¿Qué funciones cumple en su actual trabajo? (PREGUNTA ABIERTA)

P7. ¿Las funciones que cumple están relacionadas directamente con lo que Ud. estudió o no se relaciona? (PREGUNTA ABIERTA)

- 1 Sí
- 2 No
- 0 No responde

P8. ¿Las habilidades que desarrolló durante la formación en la carrera de Geofísica son adecuadas para el trabajo que realiza? (ENCIERRE EN UN CIRCULO LA ALTERNATIVA SELECCIONADA).

- 1 Sí
- 2 No
- 0 No responde

P9. ¿Las habilidades que desarrolló durante la formación en la carrera de Geofísica son adecuadas para el trabajo que realiza? (PREGUNTA ABIERTA).

- 1 Sí
- 2 No
- 0 No responde

P10. Dependiendo de lo que contestó anteriormente: ¿En qué lo son? ¿Por qué lo son? o ¿En qué no lo son? ¿Por qué no lo son? (PREGUNTA ABIERTA).

P11. ¿Qué habilidades o conocimientos cree Ud. que le faltaron para cumplir mejor el trabajo que realiza ahora?

- 01 Habilidades blandas
- 02 Habilidades en gestión de proyectos
- 03 Habilidades administrativas
- 04 Habilidades en modelamiento numérico
- 05 Habilidades para la solución de problemas prácticos
- 06 Actividades de terreno
- 07 Conocimientos prácticos
- 08 Conocimientos en geología
- 09 Modelos meteorológicos
- 10 Mayor variedad de cursos de Geofísica
- 11 Lectura de artículos científicos
- 12 Redacción de artículos científicos
- 13 Redacción de informes y reportes técnicos
- 14 Conocimientos en normativas actualizadas
- 15 Conocimientos en inglés
- 16 Aplicación práctica en cálculo de magnitudes y análisis sísmico
- 17 Conocimientos en programación

- 18 Participación en seminarios internacionales
- 19 Conocimientos en electrónica
- 20 Nada en particular

- 98 No sabe
- 00 No responde

P12. ¿Cómo buscó o busca trabajo? Anoté los pasos que siguió o sigue en la búsqueda.

- 01 Buscó en la Universidad
- 02 Buscó a través de concursos públicos
- 03 Buscó a través de revistas y diarios científicos
- 04 Buscó a través de becas y fondos públicos
- 05 Buscó a través de profesores y contactos académicos
- 06 Buscó a través de contactos personales
- 07 Buscó en empresas extranjeras
- 08 Independiente / Genera su propio trabajo
- 09 Fue contactado
- 10 Busca en empresas
- 11 Buscó en centros y proyectos de investigación
- 12 Nunca ha buscado, siempre lo han contactado
- 13 Aún no busca trabajo

- 98 No sabe
- 00 No responde

P13. ¿Dónde buscó o busca trabajo? Anote el listado de lugares asociados a su profesión donde buscó trabajo al egresar de su carrera.

- 01 Universidad de Chile
- 02 Universidad Católica
- 03 Universidad Andrés Bello
- 04 Universidad Libre de Berlín
- 05 University of British Columbia
- 06 Universidades Norteamericanas
- 07 Universidades Europeas
- 08 Universidades en general
- 09 Colegios y Universidades en general
- 10 Centros de Investigación Europeos
- 11 Ludwig-Maximilians Universität München
- 12 Doctorado, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
- 13 Doctorado, Institut de Physique du Globe
- 14 ONEMI
- 15 Geodatos
- 16 Codelco
- 17 Sector minero
- 18 Geoexploraciones
- 19 Linked in
- 20 CONICYT

- 21 Sernageomin
- 22 Centro Ssmológico Nacional
- 23 Geoexploraciones S.A.
- 24 Centro de Estudios Científicos (CECs)
- 25 Ocean Applied Science Ltda.
- 26 GRS Chile
- 27 Proyecto Zoom in Between Plates, de la EU
- 28 Bhp BHP Billiton
- 29 Universidad Schlemberger
- 30 Instituto Antártico Chileno
- 31 Comprobe Ltda.
- 32 Petróleo
- 33 Postdoctorado, California Institute of Technology.
- 34 Deutsches GeoForschungsZentrum, GFZ
- 35 Empresas consultoras de análisis de datos
- 36 Impronta Geofísica Ltda.
- 37 Spectrum Geo
- 38 U.S. Geological Survey
- 39 Postdoctorado, Institut de Physique du Globe
- 40 Anglo American
- 41 IM2
- 42 Geoexploraciones S.A.
- 43 OVDAS
- 44 Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization
- 45 Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes
- 46 Arcadis
- 47 E-mining
- 48 Empresas en UK basadas en geociencias
- 49 Juan Rayo Ingeniería (JRi)
- 50 Sipetrol
- 51 Empresas en UK basadas en energías marinas
- 52 Portal-Público
- 53 Empresa de energías renovables
- 54 Organismos públicos y privados
- 55 No ha buscado trabajo
- 56 Centros de investigación y universidades
- 57 Posdoctorado, Institut de Physique du Globe de Paris

- 00 No responde

P14. Dependiendo del programa que cursó, ¿la Licenciatura o Magíster en Geofísica cumplió con sus expectativas? ¿Mejor igual o peor de lo que esperaba?

- 1 Mejor
- 2 Igual
- 3 Peor
- 0 No responde

**P15. Para aquellos que estudiaron la Licenciatura. ¿Cuándo tomó la decisión de estudiar Geofísica?
¿Antes de entrar a la Universidad o después de entrar al plan común de Ingeniería?**

- 1 Antes de entrar a la Universidad
- 2 Después del plan común de Ingeniería
- 0 No responde

P16. ¿De la siguiente lista de ubicación en prioridad, cuál fue la que tuvo Ud. al momento de seleccionar Geofísica como área de estudios? Ya sea como licenciatura, o como programa de magíster.

- 1 Primer lugar
- 2 Segundo lugar
- 3 Tercer lugar
- 0 No responde

P17. De los siguientes criterios, ¿Cuáles son importantes a la hora de decidir estudiar Geofísica?

- 1 Remuneración
- 2 Satisfacción personal
- 3 Prestigio
- 4 Status
- 5 Relaciones personales/Redes
- 6 Otros
- 0 No responde

P18. Si contesto “Otros” en la pregunta anterior, especificar qué criterio fue importante a la hora de decidir estudiar Geofísica

- 1 Realización personal
- 2 Motivación personal
- 3 Me gusta
- 0 No responde

P19. Ya sea como estudiante del programa de licenciatura o de magíster ¿Qué sugerencias le haría a la escuela ahora que está trabajando, para mejorar sus posibilidades de obtener un buen empleo como Geofísico?

- 01 Reforzar la base físico-matemática
- 02 Mejorar el vínculo académico con el entorno profesional
- 03 Vinculación con empresas del sector privado en específico
- 04 Habilidades blandas
- 05 Trabajo en equipo y multidisciplinario
- 06 Cursos para mejorar las habilidades de gestión de proyectos
- 07 Actividades de terreno y laboratorios
- 08 Aumentar las horas de laboratorios y los equipamientos
- 09 Conocimiento y manejo de Manejo de software
- 10 Actividades prácticas
- 11 Relaciones y actividades con universidades extranjeras (pasantías, seminarios, etc.).
- 12 Mayor incentivación de la lectura de artículos científicos
- 13 Reducir la cantidad de estudiantes por año, debido a la escasez de oferta laboral
- 14 Aumentar el presupuesto y capacidad del departamento para solventar la demanda de estudiantes

- 15 Mejorar la calidad de los docentes
- 16 Crear la carrera profesional de Geofísica
- 17 Mayor énfasis ambiental y prospección de tierra sólida.
- 18 No se encuentra trabajando

- 98 No sabe
- 00 No responde

P20. Ahora que está trabajando, ¿qué información con respecto a la carrera cree Ud. que le habría sido útil al momento de tomar su decisión de la especialidad que estudió?

- 01 Información sobre el mercado laboral
- 02 Información sobre estudios y especializaciones en el extranjero
- 03 Más actividades de terreno y retroalimentación de especialistas técnicos
- 04 Mayor difusión de la carrera
- 05 Mayor contacto con el mundo científico (actividades y lectura de artículos científicos).
- 06 Conocimientos de gestión
- 07 Que la carrera requiere igual tiempo de oficina como de terreno
- 08 Información y contacto de los centros nacionales e internacionales de investigación para trabajar con ellos
- 09 Más énfasis en la modelación numérica
- 10 No especializarse en un sólo método geofísico
- 11 Promedio en que se demoran en cursar los estudiantes el programa y una estimación inicial sobre rebajas de arancel
- 12 Ninguna en particular
- 13 No está trabajando
- 14 Mayor información sobre las especialidades
- 15 El área de atmósfera contiene bastante modelación

- 98 No sabe
- 00 No responde

P21. Si tuviera que elegir de nuevo, ¿volvería a estudiar Licenciatura o Magíster en Geofísica?

- 1 Sí
- 2 No
- 0 No responde

P22. Dependiendo de lo que contestó anteriormente, ¿Por qué volvería a estudiar geofísica?, ¿por qué NO volvería a estudiar Geofísica?

- 01 Porque me gusta
- 02 Porque es interesante
- 03 Por la gran variedad de especialización de sus áreas
- 04 Porque es un aporte para el desarrollo y crecimiento del país
- 05 Por lo apasionante de la dinámica atmosférica
- 06 Por la baja remuneración
- 07 Por la falta de campo laboral
- 08 Porque me satisface, tanto en lo personal como en lo profesional
- 09 Sólo con información completa, detalla y con cierta certeza de poder trabajar en un área afín a la geofísica

- 10 Porque el conocimiento es satisfactorio
 - 11 Por vocación
 - 12 Porque deja poco tiempo para otras actividades
 - 13 Por su poca aplicación práctica y uso cotidiano
 - 14 Es un buen puente entre la licenciatura y un grado superior
 - 15 Porque preferiría haber estudiado otra carrera
- 00 No responde

AGRADECIMIENTOS

Al decano, Sr. Francisco Martínez Concha;

A la directora de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Sra. Luisa Pinto Lincoñir;

A la subdirectora de Gestión Docente, Srta. Macarena Zapata Pizarro;

Al equipo de académicos que por su trabajo hemos podido concluir este proyecto

> COMISIÓN TÉCNICA:

Sergio Ruiz Tapia

Ricardo Muñoz Magnino

Eduardo Contreras Reyes

Emilio Vera Sommer

Maisa Rojas Corradi

Mario Pardo Pedemonte

Daniel Díaz Alvarado

Laura Gallardo Klenner

Nicolás Huneus Lagos

Elvira Cáliz: secretaria docente

> COMISIÓN TÉCNICO DOCENTE AMPLIADO

Al Área de Gestión Curricular

Equipo de asesoras:

Rosa Uribe Martínez

Andrea Matamoros Jara

2021